

ODC 232.43:53:
174.7 *Pinus sylvestris*

FOLIA FORESTALIA 451

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1980

MARTTI VARMOLA

MÄNNYN ISTUTUSTAIMISTOJEN
ULKOINEN LAATU

THE EXTERNAL QUALITY OF
PINE PLANTATIONS

- 1979 No 385 Hytönen-Kemiläinen, Riitta: Suomen sahatavaramarkkinat Länsi-Euroopassa vuosina 1950—1975 ja alueen sahatavaran kulutuksen ennustaminen. Finland's West-European sawnwood markets 1950—1975, with an econometric model for forecasting the area's sawnwood consumption.
- No 386 Parviainen, Jari: Istuttamalla perustetun männikön, kuusikon, siperialaisen lehtikuusikon ja rauduskoivikon alkukehitys. Early development of Scots pine, Norway spruce, Siberian larch and silver birch plantations.
- No 387 Teivainen, Terttu: Metsäpuiden taimien myyrätuhot metsänuudistusaljoilla ja metsiteyillä pelloilla Suomessa vuosina 1973—76. Vole damage to forest tree seedlings in reforested areas and fields in Finland in the years 1973—76.
- No 388 Teivainen, Terttu, Jukola, Eeva-Liisa, Kaikusalo, Asko & Korhonen, Kyllikki: Vesi-myyrän, *Arvicola terrestris* (L.), aiheuttamat metsäpuiden taimien juuristotuhot vv. 1973—76 Suomessa. Root damage of forest tree seedlings caused by water vole, *Arvicola terrestris* (L.), in the years 1973—76 in Finland.
- No 389 Kolari, Kimmo K.: Hivenravinteiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriöilmiö Suomessa. Kirjallisuuskatsaus. Micro-nutrient deficiency on forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A review.
- No 390 Kaunisto, Seppo & Metsänen, Rauni: Turpeen muokkauksen ja lannoitteiden sijoittamisen vaikutus männyn taimien juuriston kehitykseen tupasvillanevalla. Effects of soil preparation and fertilizer placement on the root development of Scots pine on deep peat.
- No 391 Valtonen, Kari: Loppukäyttötiedot saha- ja puulevyteollisuuden markkinoinnissa. End-use information for marketing in sawmill and wood-based panel industries.
- No 392 Isomäki, Antti: Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon. The effect of spruce undergrowth on the increment, yield and returns of a pine stand.
- No 393 Kurkela, Timo: *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* -sienen esiintyminen männyn karisteen yhteydessä. Association of *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* with a needle cast epidemic on Scots pine.
- No 394 Rikala, Risto: Lannoitteiden levitystavan vaikutus koulittujen männyn ja kuusen taimien kehittymiseen taimitarhalla. The effect of fertilizer spreading methods on the development of pine and spruce transplants in the nursery.
- No 395 Löyttyniemi, Kari, Austarå, Øystein, Bejer, Broder & Ehnström, Bengt: Insect pests in forests of the Nordic Countries 1972—1976. Tuhohyönteisten esiintyminen Pohjoismaiden metsissä 1972—1976.
- No 396 Silfverberg, Klaus: Männyn kasvuhäiriön ajoittuminen ja alkukehitys turvemaan boorinpuutosalueella. Phenology and initial development of a growth disorder in Scots pine on boron deficient peatland.
- No 397 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1976 (1964—1973). Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1976 (1964—1973) by districts.
- No 398 Lehto, Jaakko: Metsäalan koulutus metsäalan organisaatioiden arvioimana. Forest education evaluated by forestry organizations.
- No 399 Jokinen, Katriina & Tamminen, Pekka: Tyvilahoisten kuusikoiden jälkeen istutetuissa männyn taimistoissa esiintyvät sienituhot Keski-Satakunnassa. Fungal damage in young Scots pine stands replacing butt rot-infected Norway spruce stands in SW Finland.
- No 400 Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Metsäntutkimuslaitoksen metsänlannoitustutkimuksen seminaari 15. 2. 1979. Results and tasks in forest fertilization research. Proceedings of the Finnish Forest Research Institute symposium on forest fertilization research 15. 2. 1979.
- No 401 Mielikäinen, Kari: Alaharvennusten vaikutus männikön tuotokseen ja arvoon. The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand.
- No 402 Sepponen, Pentti, Lähde, Erkki & Roiko-Jokela, Pentti: Metsäkasvillisuuden ja maan fysikaalisten ominaisuuksien välisestä suhteesta Lapissa. On the relationship of the forest vegetation and the soil physical properties in Finnish Lapland.
- No 403 Kanninen, Kaija, Uusvaara, Olli & Valonen, Paavo: Kokopuuraaka-aineen mittaus ja ominaisuudet. Measuring and properties of whole tree raw-material.
- No 404 Kaunisto, Seppo: Alustavia tuloksia palaturpeen kuivatuskentän ja suonpohjan metsityksestä. Preliminary results on afforestation of sod peat drying fields and peat cut-over areas.
- No 405 Sepponen, Pentti & Haapala, Heikki: Ojituksen vaikutuksesta turpeen kemiallisiin ominaisuuksiin. On the effect of drainage on the chemical properties of peat.

FOLIA FORESTALIA 451

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1980

Martti Varmola

MÄNNYN ISTUTUSTAIMISTOJEN ULKOINEN LAATU

The external quality of pine plantations

ODC 232.43:53:174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0475-2
ISSN 0015-5543

VARMOLA, M. 1980. Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu. Summary:
The external quality of pine plantations. *Folia For.* 451:1—21.

Tutkimuksessa selvitettiin 467 eri puolilla Suomea sijainneen tilapäiskoealan avulla nuorten istutusmänniköiden ulkoista laatua. Kasvatustiheys havaittiin tärkeimmäksi laatuun vaikuttavaksi tekijäksi. Tiheyden lisääntyminen paransi puiden runkokuotoa ja ohensi oksia. Tiheys vähentyi kasvupaikan karuuntuesa. Siten kaikkein heikoin laatu oli VT:n männiköissä. Tulevien viljelymänniköiden laatua esitetään parannettavaksi viljelytiheyttä kasvattamalla, käyttämällä luontaisesti syntyneitä taimia täydentäjinä ja suosimalla kylvöä. Nykyisten istutustaimistojen laatua voidaan kohottaa karsimalla. Tällöinkin on käytettävä pääasiassa kaksivaiheista karsintaa.

The external quality of young pine plantations is examined with the aid of 467 temporary sample plots from different parts of Finland. The density of the stand is noted to be the most important factor affecting quality. Increasing the density improves the stem form and makes branches thinner. The density decreases when the forest site becomes poorer. Thus the quality is lowest on the *Vaccinium* site type. It is suggested that the quality of future pine cultivations could be improved by increasing the density, using naturally regenerated plants and by sowing. The quality of today's pine plantations can be improved by pruning, in most cases in two stages.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. TUTKIMUSAINEISTO JA SEN ESİKÄSITTELY	5
21. Otantamenetelmä	5
22. Maastomittaukset	5
23. Aineiston määrä	6
24. Aineiston esikäsitteily	7
3. PUIDEN LAATU	8
31. Runkomuoto	8
32. Oksikkuus	10
321. Yleistä	10
322. Paksuin tuore oksa	10
323. Paksuin kuiva oksa	11
324. Poikaoksat	12
325. Oksakulma	12
326. Oksien lukumäärä oksakiehkurassa	13
33. Latvuksen ominaisuudet	13
331. Latvuksen leveys	13
332. Latvussuhde	13
333. Paksuimpien oksien sijainti	14
34. Kuori	15
35. Tekninen laatu ja latvuksen muoto	15
36. Tuhoalttius	16
4. ISTUTUSMÄNNIKÖIDEN LAADUN KEHITTÄMISMAHDOLLISUUDET	16
5. TIIVISTELMÄ	19
KIRJALLISUUS	20
SUMMARY	21

1. JOHDANTO

Intensiiviseen metsätalouteen kuuluu olennaisena osana metsän uudistaminen viljellen. Metsänviljelyllä katsotaan olevan monia etuja verrattuna luontaiseen uudistamiseen. Viljelymetsät tuottavat järeää puuta luontaisesti syntyneitä enemmän. Syitä tähän ovat rodullisesti parantunut taimimateriaali ja kasvatustiheyden säätely taimivaiheesta alkaen siten, että puuston järeytyminen on nopeaa ja tehokasta. Avohakkuu sallii vanhan puuston täyskoneellisen korjuun, ja uuden metsikön perustaminen on nopeampaa kuin luontaisessa uudistamisessa. Metsänviljelyn etuihin kuuluu myös puulajin valinnan vapaus. Uudistettavalle alueelle voidaan valita sopivin puulaji välittämättä siellä aikaisemmin kasvaneesta puulajista.

Keski-Euroopassa metsänviljely on jo kauan ollut vakiintunut ja pääasiallinen uudistamismenetelmä. Suomessa metsänviljelyalat olivat vuosisadan alkupuolella varsin vaatimattomia. *Cajanderin* (1932) mukaan vuosina 1923—30 kylvettiin 3000—13700 ha vuosittain, enimmäkseen mäntyä.

Valtakunnan metsien II inventoinnin mukaan vuosina 1927—36 uudistettiin silloisen Suomen alueella vuosittain keinollisesti keskimäärin 16000 ha (*Iivessalo* 1943, s. 186). Vielä 1950-luvulla vuotuinen viljelyala oli pitkään alle 50000 ha. Männyn kylvö oli pääasiallinen viljelymenetelmä.

Viljelyalat nousivat jyrkästi 1960-luvulla ja olivat suurimmillaan yli 140000 ha vuodessa. Nykyisin vuotuinen viljelyala on 110000—130000 ha. Vielä 1960-luvun alkupuolella männyn kylvö oli yleisin viljelymenetelmä. Nykyisin suurin osa keinollisesta uudistamisesta tehdään mäntyä istuttaen (*Uusitalo* 1979).

Vuosina 1950—77 on maassamme uudistettu metsää viljellen 2,6 milj. ha, josta männyn istutuksen osuus on n. 1,0 milj. ha eli n. 5 % metsämaan pinta-alasta.

Vaikka keinollinen uudistaminen onkin lisääntynyt runsaasti viime vuosikymmeninä, luontainen uudistaminen on kuitenkin hallitseva. *Kuuselan* (1972, s. 84)

mukaan 1960-luvulla syntyi vuosittain uusia metsiköitä 300000—350000 ha, josta määrästä viljelyn osuus oli enintään 40 %.

Metsänviljelyllä on monien etujen lisäksi myös haittoja. Metsikön alkutiheys on harva. Nykyisin suositellaan istutettavaksi mäntyä, kuusta ja lehtikuusta 2000 kpl/ha ja rauduskoivua 1600 kpl/ha (*Takala* 1978). Pohjois-Suomessa viljelytiheys on usein tätäkin harvempi. Kun heinittyminen, vesottuminen, erilaiset eläimet ja sienitaudit tappavat tai vaurioittavat taimia, saattaa kehityskelpoisten taimien määrä vähentyä jyrkästikin. *Leikolan* ym. (1977) mukaan Lounais-Suomen vuosina 1959—61 viljellyissä männiköissä oli vuonna 1975 keskimäärin vain 800—900 viljelytainta hehtaarilla viljelytiheyden oltua n. 2700 kpl/ha. Samansuuntaisia tuloksia ovat esittäneet *Rautiainen* ja *Räsänen* (1980) Itä-Savon alueelta. Alkuperäisistä viljelytaimista arvioitiin kasvatuskelpoisiksi männyn viljelyaloilla 48—54 %. Luontainen taimiaines todettiin merkittäväksi taimistojen tiheyden lisääjäksi. Jos viljelytaimistoa joudutaan täydentämään, lisääntyvät kustannukset melkoisesti. *Virkkusen* (1969, s. 288) mukaan täydennysviljelyn hehtaarikustannukset ovat 20—30 % ensimmäisen viljelyn kustannuksia suuremmat.

Metsänviljely tuottaa taimistonhoidon myötä yksi-ilmeisen metsän. Tällaisessa monokulttuurissa tuhoriski on suurempi kuin luontaisesti syntyneessä, usein epätaasisessa ja lehtipuusekoitteisessa metsässä.

Istutusmänniköiden yleistyessä on alettu kiinnittää huomiota niiden ulkoiseen laatuun. Männiköt näyttävät oksaisilta, latvukset pensasmaisilta ja rungot tyvekkäiltä. On esitetty huolestuminen siitä, saadaanko tulevaisuuden metsistä enää korkealuokkaisuista sahapuuta. Nyt päätehakkuiässä olevat metsiköt ovat syntyneet luontaisesti ja kasvaneet tai kasvatettu ”kiduttaen”, ylitiehinä ja lievin harvennuksin käsiteltyinä. Tuloksena on sahapuuta, josta Suomi on maailmalla tunnettu.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää nykyisten nuorten istutusmänniköiden kunto ulkoisten laatu-tekijöiden osalta. Tavoitteet voidaan kiteyttää seuraaviin kysymyksiin:

1. Millaiset ovat istutettujen mäntyjen ulkoiset laadulliset ominaisuudet nuorella iällä?
2. Mitkä tekijät vaikuttavat laadullisiin ominaisuuksiin?
3. Mitkä ovat ulkoisen laadun parantamiskeinot?

2. TUTKIMUSAINEISTO JA SEN ESIKÄSITTELY

21. Otantamenetelmä

Tutkimusaineisto kerättiin piirimetsälautakunnittain. Jokaisesta piirimetsälautakunnasta arvottiin yksi metsänhoitoyhdistys, jonka alueelta valittiin viisi koemetsikköä. Koemetsiköt valittiin alustavasti piirimetsälautakuntien ilmoittamista metsänviljelykohteista. Ne olivat yksityismetsälain 2 §:n mukaisia ns. loppuunsaatettuja metsänviljelyaloja. Uudistamisen takaraja vaihteli Etelä-Suomesta Pohjois-Suomeen vuodesta 1965 vuoteen 1960. Metsikön valtipituuden tuli olla yli 5 m. Lopullisesti kohteet hyväksyttiin maastotarkastuksen perusteella.

Maastotarkastuksissa jouduttiin osa alustavasti valituista kohteista hylkäämään. Syinä olivat kuusen istutus männyn sijaan, metsikön uudistaminen luontaisesti, männyntaimiston tukehtuminen lehtipuun alle ja taimistoissa tapahtuneet hirvi- ja myyrätuhot. Kohteita täydennettiin tarvittaessa metsänhoidon- tai metsätalousneuvojilta saatujen tietojen perusteella. Milloin yhden metsänhoitoyhdistyksen alueelta ei löytynyt riittävää määrää hyväksyttävistä taimistoista, valittiin koemetsiköiksi joko naapuriyhdistyksen tai metsäteollisuusyhtiöiden taimistoja. Jonkin verran jouduttiin hyväksymään myös kylvötaimistoja koemetsiköiksi vanhojen istutusalojen puuttuessa.

Edustavuuden kannalta systemaattinen otanta olisi ollut paras tapa. Kustannukset ja ajankäytön optimointi pakottivat kuitenkin otannan ryhmittelyyn. Jakamalla aineisto tasaisesti piirimetsälautakunnittain saatiin aineisto koko maan kattavaksi. Koska epäonnistuneet, kehityskelvottomat taimistot hylättiin maastotarkastuksessa, aineisto ei sovi metsänistutusten onnistumisen arviointiin. Sen sijaan aineisto antaa objektiivisen kuvan kehityskelpoisten, jo vakiintuneiden, ensiharvennusta lähestyvien istutusmänniköiden tilasta.

Metsikössä otosyksikkönä oli vaihteleva-alainen koeala, jonka keskipisteenä oli keskuspuu. Koealat sijoitettiin metsikkökuvion pisimmälle halkaisijalle siten, että ensimmäinen koeala tuli 5 m:n päähän kuvion reunasta. Muut koealat sijoitettiin tasavälein halkaisijalle.

Puut luokiteltiin silmävaraisesti seuraavasti:

1. puu, joka tulee todennäköisesti säilymään päätehakkuuseen asti (≈ 500 kpl/ha)

Tutkimusaiheen sain esimieheltäni professori Yrjö Vuokilalta. Kenttätöiden suunnitteluun osallistui metsänhoitaja Marja Ojanen, joka myös huolehti maastomittauksista yhdessä metsäteknikko Kari Alatalon kanssa. Käsikirjoituksen ovat lukeeet professori Vuokilan lisäksi professori Kullervo Kuusela, dosentti Pekka Kilkki, maat.-metsät. lisensiaatti Kari Mielikäinen ja metsänhoitaja Ojanen. Englannin kielen on tarkistanut B. Sc. Ashley Selby. Kuvat on piirtänyt laskuapulainen Hannele Alhola. Heille kaikille esitän parhaat kiitokseni.

2. muu kehityskelpoinen puu ($1 + 2 \approx 1500$ kpl/ha)

3. kehityskelvoton puu eli ensimmäisessä harvennuksessa poistettava.

Keskuspuuksi hyväksyttiin mittauslinjalla olevaa pistettä lähinnä oleva, puuluokkaan 1 tai 2 kuuluva puu. Koealoja mitattiin kustakin metsiköstä 5–10.

22. Maastomittaukset

Koemetsiköistä selvitettiin normaalit metsikkötiedot. Erityistä huomiota kiinnitettiin aiempien taimistonhoitotöiden selvittämiseen.

Metsikössä mittauksen kohteena oli keskuspuun (A-puu) ja naapuripuiden (B-puut) muodostama vaihteleva-alainen koeala. Naapuripuiksi luettiin ne enintään viisi puuta, joilla katsottiin olevan vaikutusta keskuspuun kehitykseen. Puista mitattiin seuraavat tunnusukset:

keskuspuu (A-puu), (A-tree)

— läpimitat ristikkäin mitattuina: d , $d_{0,1h}$, $d_{1,1h}$, d_{5h} , mm

— 2 x kuori rinnantasalta, mm

— vihreä latvus: alaraja, dm
suurin leveys, dm

— pituus, dm

— pituuskasvut: 5 viimeistä vuotta vuosittain, sitä ennen 5-vuotiskausittain rinnantasalle asti, cm

— oksat erikseen väleiltä 0–1 m, 1–2 m, 2–3 m, 3–4 m (3–4 m, jos puun pituus $> 5,5$ m)

paksuin tuore oksa: läpimita, mm
korkeus maasta, cm

oksaluma, $1/360^\circ$

oksin lukumäärä

kiehkurassa

paksuin kuiva oksa: läpimita, mm

korkeus maasta, cm

— poikaoksa: läpimita, mm

korkeus maasta, cm

tuore/kuiva

— rinnankorkeusikä, v

— puun asema

— tekninen laatu

— latvuksen muoto

— tuhojen ilmeneminen ja aiheuttaja

— maanpinnan kaltevuus ja suunta

— kairaus ytimeen yhdeltä puolelta rinnantasalla

naapuripuu (B-puu), (B-tree)

- etäisyys keskuspuusta, dm
- suunta keskuspuusta, 1/360°
- d ristikkäin mitattuna, mm
- pituus, cm
- oksamittaukset
 - paksuin tuore oksa: läpimitta, mm
 - korkeus maasta, cm
 - oksien lukumäärä kiekkurassa
- paksuin kuiva oksa: läpimitta, mm
- korkeus

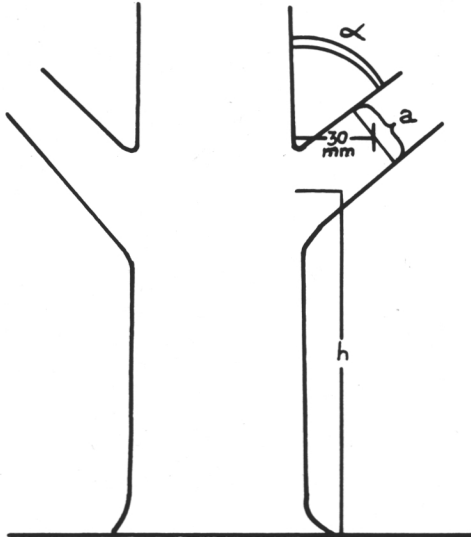
- puun asema
- tekninen laatu
- latvuksen muoto
- tuhojen ilmeneminen ja aiheuttaja

Jotta keskuspuun kasvuympäristö saataisiin mahdollisimman tarkasti kuvatuksi, mitattiin 3 m:n säteellä keskuspuu keskipisteenä kaikkien 4,5 cm:ä paksimpien puiden läpimitat 1 cm:n tasaavaa luokitusta käyttäen. Lisäksi selvitettiin puulajisuhteet.

Kuvassa 1 on esitetty ne mittaustavat, joita käyttäen on määriteltävä oksan läpimitta, oksakulma ja oksan korkeus maasta.

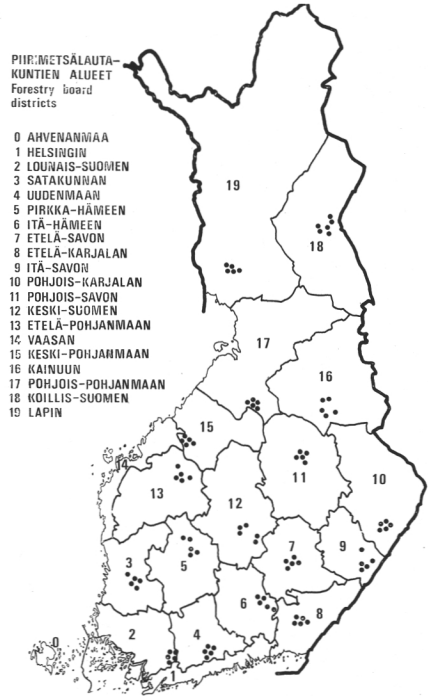
Kullakin koelalla arvioitiin puuston pituusboniteetti H ä g g l u n d i n (1976, s. 25) esittelemän menetelmän mukaan. Menetelmä soveltunee myös Suomeen ainakin boniteettierojia kuvaamaan.

Pituusboniteetin määrittämistä varten mitattiin kahden rinnankorkeudeltaan paksuimman, keskuspuusta enintään 9 m:n päässä olevan, ilman tuhoja kasvaneen puun viiden vuoden pituuskasvu. Pituuskasvu mitattiin alkaen 2,5 m:n yläpuolella olevasta ensimmäisestä oksakiekkurasta.



Kuva 1. Oksatunnusten mittausten periaatteet (a = oksan läpimitta, α = oksakulma, h = oksan korkeus maasta).

Figure 1. The principles of branch measurements (a = branch diameter, α = branch angle, h = height of the branch above the ground level).



Kuva 2. Aineiston maantieteellinen jakaantuminen. Figure 2. The geographical distribution of the material.

23. Aineiston määrä

Tutkimusaineiston maantieteellinen jakaantuminen on esitetty kuvassa 2. Metsiköt, koelat ja koepuut jakaantuivat metsätyypeittäin seuraavasti:

Metsätyyppi Forest site type (cf. C a - j a n d e r 1909)	Metsiköitä Number of stands	Koelajoja Sample plots (A-puut (A-trees)	Naapuripuita Neighbour trees (B-puut (B-trees)
OMT	9	45	144
MT	36	191	525
VT	41	231	602
Yht. In all	86	467	1271

Metsiköistä oli istutettuja 80 ja kylvettyjä 6. Metsiköistä oli yksityismailla 64, yhtiöiden mailla 12 sekä kuntien, seurakuntien ja yhteisöjen mailla 10. Metsiköiden ikä vaihteli 10–27 vuoteen keskiarvon ollessa 20 vuotta.

Puiden rinnankorkeusläpimittojen vaihteluväli oli 2,7–20,5 cm keskiarvon ollessa 9,6 cm ja pituuksien 1,9–13,0 m, keskiarvona 6,2 m.

Taulukko 1. Koealojen jakaantuminen tiheysluokkiin mäntyjen osalta.
 Table 1. The distribution of sample plots with pine in different density classes.

Metsä- tyyppi Forest site type	Tiheysluokka, mäntyjä/koala Density class, number of pines per plot													Yht. koealoja In all	Keskim. mäntyjä/koala Average, pines per plot
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
OMT			3	4	9	11	9	2	5	1			1	45	6,3
MT	5	21	24	40	36	31	16	9	6	3				191	4,8
VT	14	43	49	49	36	25	14							231	3,8
Yht.	19	64	76	93	81	67	39	11	11	5			1	467	4,4

Koealojen lukumäärä — Number of sample plots

In all

24. Aineiston esikäsittely

Keskuspuiden tilavuudet estimoititiin runkokäyrillä. Runkokäyrät laskettiin simultaaniseen moniyhtälömalliin perustuvalla laskentajärjestelmällä, joka on ensi kerran esitetty Kilkin ym. (1978) julkaisussa. Menetelmää on kehitetty edelleen (Kilkin ja Varola 1979). Nyt käytetty menetelmä perustuu vielä julkaisemattomaan, edelleen kehitettyyn systeemiin. Mitattuina tunnuksina olivat osakorkeusläpimitat $d_{0,1h}$, d_{1h} ja d_{5h} sekä d , h ja latvussuhde.

Yksinkertaisin tunnus puuston tiheyden ilmaisemiseen on runkoluku (kpl/ha). Harhattoman estimaatin saaminen runkoluvulle ei ole kuitenkaan mahdollista, kun käytetään tämän tutkimuksen kaltaisia koealoja (ks. Cox 1971). Valitsemalla puu koelan keskipisteeksi on jo valittu keskimääräistä tiheämpi metsikön kohta koelalan paikaksi.

Koelakohtainen tiheys voitiin tässä tutkimuksessa ilmaista luotettavimmin puiden lukumääränä kiinteän 3 m:n säteen omaavalla koelalla. Kun yksi puu vastaa 354 puuta hehtaarilla, puiden lukumäärä hehtaaria kohden saadaan seuraavan asetelman avulla:

koealalla on the sample plot	Puiden lukumäärä Number of trees	
	hehtaarilla per hectare	
1	< 350	
2	350— 710	
3	710—1060	
4	1060—1410	
5	1410—1770	
6	1770—2120	
7	2120—2480	
8	2480—2830	
9	2830—3180	
10	3180—3540	
11	3540—3890	
12	3890—4240	
13	4240—4600	

Taulukossa 1 on esitetty aineiston jakaantuminen eri tiheysluokkiin mäntyjen osalta. Koivua esiintyi 104 koelalla ja kuusta 98 koelalla. Kun mäntyjen keskimääräinen tiheys koeloilla oli 4,4, oli se kaikilla puilla 5,2. Tuonnempana tiheydellä tarkoitetaan mäntyjen lukumäärää koelalla.

A-puut mitattiin tarkemmin kuin B-puut (ks. s. 5). Määrättyjä analyysejä voitiin näin ollen tehdä vain näistä tarkimmin mitatuista keskuspuista. A-puiden ja B-puiden yhteensopivuus selvitettiin t-testillä, jossa vertailtiin läpimittaluokittain pituuksien ja oksan paksuuksien keskiarvojen eroja.

Vain läpimittaluokassa 9 cm erot osoittautuivat merkitseviksi. Tämä johtuu osittain havaintojen runsaudesta (A-puut 166, B-puut 310), jolloin pienetkin erot keskiarvoissa aiheuttavat helposti merkitseviä eroja. Kaiken kaikkiaan A- ja B-puut eivät eroa merkitsevästi toisistaan tärkeimpien laatua kuvaavien tunnusien suhteen.

Koeloille laskettiin kasvupaikkaindeksi Hägglundin bonitointimenetelmän avulla (ks. s. 6). Metsätyyppitöiset indeksin keskiarvot ja hajonnat olivat seuraavat:

Metsätyyppi	Kasvupaikkaindeksi H_{100}	
	\bar{x}	s
OMT	26,8	1,4
MT	25,5	2,3
VT	21,2	2,1
keskim.	24,4	2,5

OMT:n ja MT:n metsiköiden boniteetti-indeksien ero on pieni. Tämä voi olla osoitus siitä, että OMT:llä mäntyä on istutettu pääasiassa metsätyyppin karummalle osalle. Toisena syynä on OMT:n metsiköiden pieni määrä. Havaintoja on vain 9 metsiköstä.

3. PUIDEN LAATU

31. Runkomuoto

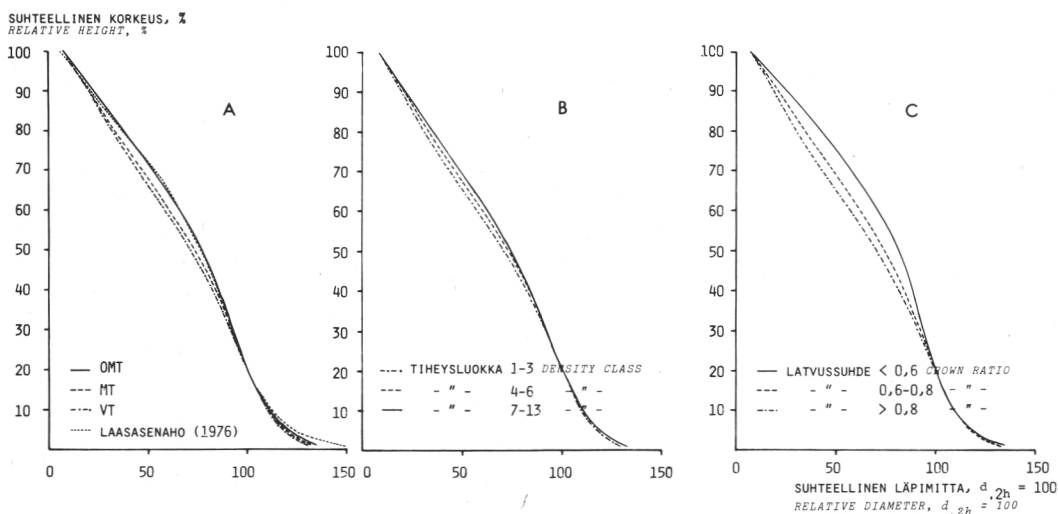
Runkomuotoa kuvataan joko graafisesti, kapenemistaulukoilla tai matemaattisesti. Yksinkertaisia matemaattisia tapoja ovat muotoluvut, läpimittojen erot ja suhteet. Yleisimmin käytetyt muotoluvut ovat rinnankorkeusmuotoluku f ja normaalimuotoluku f_{1h} . Läpimittojen eroista käytetyin on kapeneminen $d-d_6$. Läpimittojen suhteista voidaan mainita esim. d_{5h}/d_{1h} ja d_{5h}/d . Lisäksi puhutaan puun tyvekkyydestä ja solakkuudesta. Tyvekkyyden on kansanomaisen nimitys paksutyvisille puille. Mitään matemaattista määritelmää sille ei ole. Solakkuuden kuvaamiseen käytetään solakkuusastetta, puun pituuden ja rinnankorkeusläpimitan suhdetta (Ilvessalo 1965, s. 78).

Puiden runkomuotoerot voivat olla absoluuttisia tai suhteellisia. Absoluuttisista eroista kertoo esim. solakkuusaste. Puiden suhteellisia runkomuotoeroja tarkasteltaessa puut normeerataan. Tällöin jokaisen puun pituudeksi tulee 100. Jollekin suhteellisella korkeudella olevalle läpimitalle (tavallisesti d_{1h} tai d_{2h}) asetetaan arvo 100 ja muut

osakorkeusläpimitat jaetaan tällä läpimitalla. Näin normeerattujen puiden keskimääräinen muoto vaihtelee melko vähän, eikä se ole puun koosta riippuvainen (vrt. Laasasenaho 1976, s. 71).

Suhteellisia runkomuotoeroja selvitettiin A-puiden avulla. Kuvassa 3 on esitetty metsätyypin, tiheyden ja latvussuhteen vaikutus puun runkomuotoon. Metsätyypin kuvaan on piirretty myös Laasasenahon (1976) aineistosta läpimittaluokan 11 cm mäntyjen keskimääräinen runkokäyrä.

Vertailtaessa istutusmäntyjä Laasasenahon aineistoon (kuva 3A), jossa otosyksikköinä olivat valtakunnan metsien inventoinnin koealat ja otanta tehtiin relaskoopin avulla, kiinnittyy huomio istutusmäntyjien tyvilaaientuman vähäisyyteen. Laasasenahon aineistossa myös aivan pienimmillä puilla oli selvä tyvilaaientuma. Selityksenä lienee se, että istutusmäntyjät ovat läpimittaluokassaan huomattavan nuoria verrattuna saman läpimitan keskimääräisiin puihin. Tyvilaaientumaa ei ole vielä ennättänyt syntyä. Ylempänä rungossa erot ovat pienempiä kuin tyvellä.



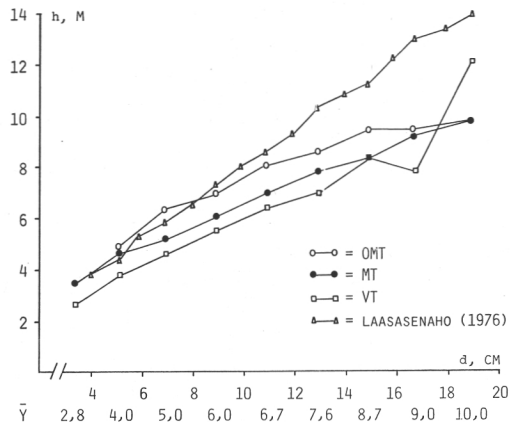
Kuva 3. Metsätyypeittaiset (3A), tiheysluokittaiset (3B) ja latvussuhdeluokittaiset (3C) runkokäyrät.
Figure 3. The taper curves for different forest site types (3A), density classes (3B) and crown ratios (3C).

Tyvilaaientuman puuttuminen vaikuttaa ennen muuta tilavuusestimaatteihin. Runkokäyrällä saatiin keskimäärin 3,75 % pienempi tilavuusestimaatti kuin Laasasenahon kuutioimisfunktioilla. Osan erosta selittää se, että runkokäyrällä kuutiointi aloitetaan 1 %:n korkeudelta, kun kuutioimisfunktioilla aloituskorkeus määräytyy erityisellä kanto-funktioilla.

Kuvasta 3 huomataan, että rungon suhteellinen muoto paranee metsätyyppin parantuessa, tiheyden lisääntyessä ja etenkin latvussuhteen pienentyessä. Nämä tekijät ovat kuitenkin toisiinsa sidoksissa. Vaikutustapa lienee se, että tiheyden lisääntyessä latvussuhde pienenee, jolloin runkomuoto paranee. Koska tiheys lisääntyy metsätyyppin parantuessa (vrt. taulukko 1), on metsätyyppin vaikutus kuvassa 3A esitetyn kaltainen. Kuvasta 3C näkyy selvästi myös mekaanisen runkomuototeorian (Larson 1963) paikkansapitävyys. Puut, joilla latvussuhde on pienempi kuin 60 %, ovat hyvin voimakkaasti vahvistaneet välittömästi vihreän latvuksen alapuolista rungon osaa.

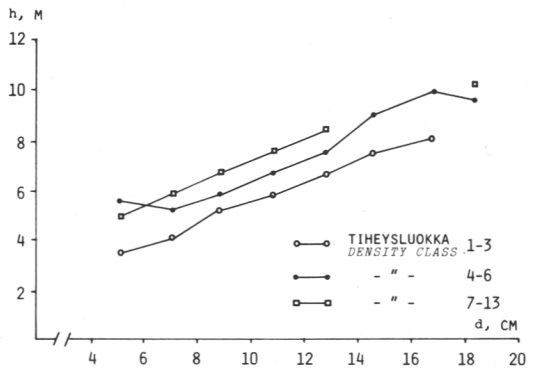
Rungon absoluuttisista muotoeroista kertoo yksinkertaisimmillaan solakkuusaste. Solakkuutta voidaan kuvata h:n ja d:n välillä keskinäisellä riippuvuussuhteella.

Puiden solakkuutta tarkasteltiin kaikkien mitattujen puiden avulla (A- ja B-puut). Kuvassa 4 on esitetty metsätyyppin vaikutus solakkuuteen. Samassa kuvassa on myös



Kuva 4. Puun pituus rinnankorkeusläpimitan funktiona metsätyypeittäin (A- ja B-puut) sekä Laasasenahon (1976) aineistossa (\bar{Y} = istutusmäntyjien pituuskeskiarvot läpimittaluokittain).

Figure 4. The height of trees as a function of the breast-height diameter on different forest site types (A- and B-trees) and in Laasasenahon's (1976) material (\bar{Y} = means of heights of planted pines in different dbh-classes).



Kuva 5. Puun pituus rinnankorkeusläpimitan funktiona tiheysluokittain (A-puut).

Figure 5. The height of trees as a function of the breast-height diameter in different density classes (A-trees).

Laasasenahon aineiston mäntyjien pituuskeskiarvot läpimittaluokissa 4—18 cm.

Solakkuus paranee metsätyyppin parantuessa. Selitys löytyy jälleen ainakin osittain metsätyyppien välisistä tiheyseroista. Harvassa kasvaneet VT:n puut ovat vahvistaneet tyveään voimakkaasti verrattuna esim. OMT:n mäntyihin. Myös kasvunopeudella lienee vaikutusta. Rehevällä kasvupaikalla puu kasvattaa pituutta niin paljon enemmän kuin karulla kasvupaikalla, että solakkuus muodostuu paremmaksi.

Kuva 5 esittää mäntyjien tiheyden vaikutuksen solakkuuteen A-puiden osalta. Vaikutus on sekä säännömukainen että selvä. Esim. läpimittaluokassa 11 cm harvassa kasvanut puu (alle 1000 kpl/ha) on n. 1,6 m lyhyempi kuin tiheässä (yli 2100 kpl/ha) asennossa kasvanut puu.

Pituudelle (yksikkö = m) laskettiin regressioanalyysillä malli, jossa selittävinä muuttujina olivat d (cm), boniteetti-indeksi (BON) ja tiheys (TIH) eli mäntyjien lukumäärä koealalla. Muuttujien välinen korrelatiomatriisi oli seuraava:

	h	d	d ²	TIH
d	,638			
d ²	,629	,987		
TIH	,343	—,048	—,057	
BON	,449	,191	,182	,384

Malli sai muodon:
selitettävä muuttuja = h

selitettävä muuttuja	kerroin	t-arvo
vakio	-1,5354	-2,05
d	0,29666	2,49
d ²	0,0043233	0,80
TIH	0,22383	8,85
BON	1,3372	6,68

R² = 0,5874
va = 462

Mallista nähdään, että mäntyjen tiheys on erittäin vahva puun pituuteen vaikuttava tekijä. Toinen huomioonotettava seikka on, että boniteetin regressiokerroin on positiivinen eli boniteetin parantuminen lisää pituutta vielä senkin jälkeen, kun läpimitan ja tiheyden vaikutus pituuteen on eliminoitu.

Istutusmäntyjen ja Laasasenahon (1976) aineiston puiden pituusero läpimittaluokassa 11 cm on jo n. 2 m ja ero suurenee voimakkaasti läpimitan kasvaessa. Ensisijaisena syynä on todennäköisesti nuoruvaiheen kasvatustiheyksien suuret erot. On myös muistettava aineistojen erilaisuus. Istutusmännyt muodostavat kapean populaation esim. iän ja kasvupaikan suhteen. Laasasenahon aineistossa ovat edustettuina kaikki männyn kasvupaikat, hyvin erilaiset tiheydet, erilaiset syntyvät, ja ikävaihtelu on suuri. Aineisto on kerätty relaskoopikoealoilta, ja taimistoja on siinä ollut suhteellisen vähän.

Istutus- ja kylvömäntyjen solakkuutta voitiin verrata käyttämällä Kilkin ja Varمولan (1979) tutkimuksen aineistoa. Kylvömänniköt olivat enimmäkseen aikaisessa vaiheessa harvennettuja, mutta sisälsivät myös joitakin harventamattomia taimistoja. Koepuut oli valittu kasvatuskelteisistä männyistä. Nämä kylvömännyt ovat aineiston pääosalla (d = 2–12 cm) n. 0,5 m pitempiä kuin tämän tutkimuksen istutusmännyt läpimittaluokittain tarkasteltuina. Solakkuuserot ovat siis pieniä. Tämä johtunee ensi sijassa kylvömänniköiden painottumisesta aikaisessa vaiheessa harvennettuihin. Tällaisten puiden kehittyminen ei suurestikaan poikkea harvassa kasvaneiden istutusmäntyjen kehityksestä.

Kaiken kaikkiaan istutusmäntyjen muoto on huomattavasti heikompi kuin keskimääräisten mäntyjen, mutta ero aikaisessa vaiheessa harvennettujen kylvömänniköiden puihin on pieni.

32. Oksikkuus

321. Yleistä

Oksikkuudella tarkoitetaan rungon ulkoisia ja oksaisuudella rungon sisäisiä oksien ominaisuuksia. Tässä tutkimuksessa keskitytään oksikkuuden tarkasteluun.

Oksien vaikutus puun laatuun riippuu oksatyypistä, oksan sijainnista ja suuruudesta, oksien määrästä ja oksakulmasta. Oksikkuuden kuvaajina käytetään esim.:

- paksuimman tuoreen tai kuivan oksan tyviläpimittaa
- oksien keskiläpimittaa
- oksien lukumäärää oksakiekkurassa
- oksien lukumäärää tietyn pituisella osalla runkoa.

Lisätietoa oksikkuuden vaikutuksesta puun laatuun antavat paksuimman oksan sijainti rungossa ja oksakulma.

322. Paksuin tuore oksa

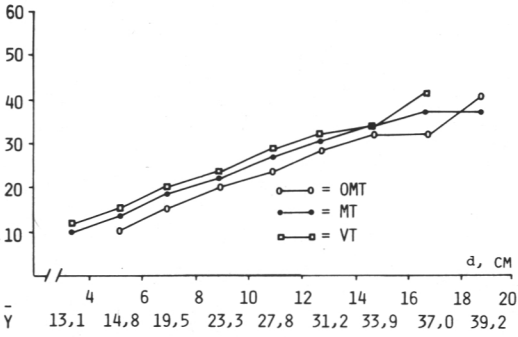
Paksuimman oksan läpimitta on ruotsalaisissa tutkimuksissa (Orvär 1970, Persson 1976) havaittu luotettavaksi sahatavaran laadun tunnukseksi. Tällöin on kuitenkin ollut kyse päätehakkuiässä olevista puista. Tämän tutkimuksen aineisto on kerätty nuorista riukuvaiheen metsiköistä, jolloin tulevan tyvitukin alueella olevat oksat ovat vielä enimmäkseen eläviä ja edelleen kasvavia. Näin ollen oksikkuudesta saadaan tietää vain nykytilanne, mutta tietojen perusteella voidaan kyllä vetää johtopäätöksiä tulevaisuudesta. Samasta syystä on erotettu toisistaan tuoreet ja kuivat oksat.

Kuvissa 6 ja 7 on esitetty paksuimman tuoreen oksan läpimitta rinnankorkeusläpimitan funktiona metsätyypeittäin (A- ja B-puut) ja tiheysluokittain (A-puut). Kuvista nähdään ensinnäkin, että oksan läpimitan ja d:n välillä vallitsee suoraviivainen riippuvuus (R = 0,713). Saman asian on todennut mm. Uusvaara (1974, s. 39).

Tiheys vaikuttaa oksan paksuuteen selvästi. Mitä harvempi on kasvatustiheys, sitä paksummat oksat puu kasvattaa. Perssonin (1977) mukaan kasvava istutusväli aiheuttaa säännöllisesti oksien paksunemisen. Tämä trendi on suoraviivaisesti nouseva.

Metsätyypin vaikutus oksan paksuuteen on sidoksissa tiheyden vaikutukseen. Suori-

OKSAN LÄPIMITTA, MM
BRANCH DIAMETER, MM



Kuva 6. Paksuimman tuoreen oksan läpimitta rinnankorkeusläpimitan funktiona metsätyypeittäin (A- ja B-puut) (\bar{Y} = oksaläpimittojen keskiarvot rinnankorkeusläpimitaluokittain).

Figure 6. The diameter of the thickest living branch as a function of the breast-height diameter on different forest site types (A- and B-trees) (\bar{Y} = means of branch diameters in different dbh-classes).

tettujen regressioanalyysien tuloksena todettiin, että boniteetilla ei ole merkittävää vaikutusta oksien paksuuteen.

Puiden pystykarsinnassa paksuimman tuoreen oksan läpimitan rajana pidetään 30 mm:ä. Seuraavat luvut osoittavat sitä rinnankorkeusläpimitan rajaa, jolloin istutusmännnyssä paksuin tuore oksa on kasvanut 20 ja 30 mm:n paksuiseksi.

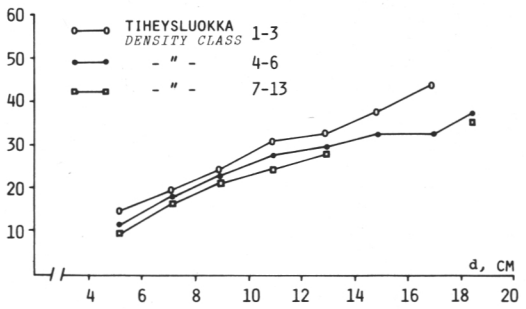
Paksuin tuore oksa, mm	OMT	Metsätyyppi MT d, cm	VT
20	9	8	7
30	14	13	12

A-puista mitattiin paksuimmat tuoreet oksat rungon eri osista (ks. s. 5). Ero paksuimman ja toiseksi paksuimman oksan välillä todettiin n. 4 mm:ksi, OMT:llä hieman vähemmäksi. Kultakin metriltä mitattiin kuitenkin vain yksi oksa, joten todellisuudessa em. ero saattaa olla pienempikin.

323. Paksuin kuiva oksa

Kaikista puista mitattiin paksuin kuiva oksa ja sen korkeus maasta. Tutkimusmetodit olivat kehitysvaiheessa, jossa taimiston sulkeutuminen oli joko tapahtunut tai parhaillaan tapahtumassa. Tässä kehitysvaiheessa vihreän latvuksen alaraja muuttuu melko nopeasti, ja uusia kuivia oksia ilmaantuu runsaasti.

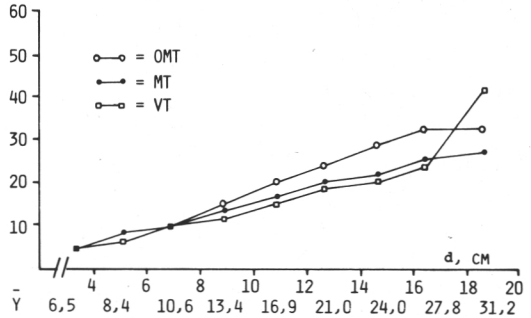
OKSAN LÄPIMITTA, MM
BRANCH DIAMETER, MM



Kuva 7. Paksuimman tuoreen oksan läpimitta rinnankorkeusläpimitan funktiona tiheysluokittain (A-puut).

Figure 7. The diameter of the thickest living branch as a function of the breast-height diameter in different density classes (A-trees).

OKSAN LÄPIMITTA, MM
BRANCH DIAMETER, MM



Kuva 8. Paksuimman kuivan oksan läpimitta rinnankorkeusläpimitan funktiona metsätyypeittäin (A- ja B-puut) (\bar{Y} = oksaläpimittojen keskiarvot rinnankorkeusläpimitaluokittain).

Figure 8. The diameter of the thickest dry branch as a function of the breast-height diameter on different forest site types (A- and B-trees) (\bar{Y} = means of branch diameters in different dbh-classes).

Kuvassa 8 on esitetty paksuimman kuivan oksan läpimitta d:n funktiona metsätyypeittäin. Etenkin suurilla puilla paksuimmat kuivat oksat löytyvät OMT:ltä. OMT:n metsiköiden ollessa muita tiheämpiä niissä on jo tapahtunut vihreän latvuksen alarajan siirtymistä ylöspäin latvuksen sulkeutumisen myötä. Tämä on tuottanut uusia kuivia oksia. MT:n ja VT:n metsiköt ovat nykyvaiheessa melko sulkeutumattomia. Puut saavat kasvaa suhteellisen vapaina, josta syystä vihreä latvus on pitkä.

Poikaoksalla tarkoitetaan voimakkaasti ylöspäin suuntautuvaa, yleensä ranganvaihdon johdosta syntynyttä, muista oksista selvästi poikkeavaa tuoretta tai kuivaa oksaa. Poikaoksat huonontavat sahatavaran laatua voimakkaasti. Esim. laho poikaoksa aiheuttaa tukin putoamisen automaattisesti III laatuluokkaan. Heiskanen (1968) toteaa poikaoksen merkityksen sahatavarassa riippuvan ensisijaisesti sen koosta.

Poikaoksen läpimitta, sen korkeus maasta sekä oksan laatu (tuore/kuiva) mitattiin A-puista. Jos poikaoksia oli puussa useampia, mitattiin suurin.

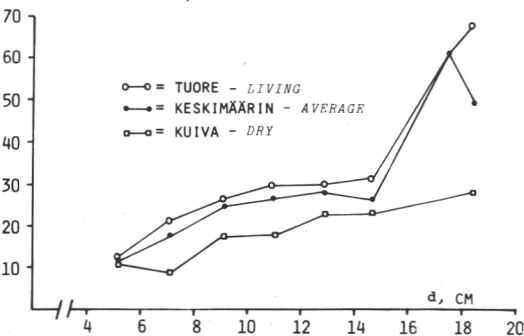
Seuraava asetelma kuvaa poikaoksien esiintymistä mitatuissa puissa. Tuoreet ja kuivat poikaoksat on eritelty.

Poikaoksen laatu	OMT	Metsätyyppi		keskim.
		MT	VT	
tuore	2,2	16,2	29,4	21,4
kuiva	17,8	7,9	8,7	9,2
yht.	20,0	24,1	38,1	30,6

Eniten poikaoksia on VT:llä; kahdessa puussa viidestä. MT:llä joka neljännessä ja OMT:llä joka viidennessä puussa on poikaoksa. Määriä voidaan pitää suurina. Poikaoksat tulevat säilymään rungossa pitkään ja ne osuvat juuri rungon arvokkaimpaan tyvitukkiosaan.

Kuvassa 9 on esitetty poikaoksen läpimitta d:n funktiona. Erikseen on esitetty tuoreiden ja kuivien poikaoksien läpimittojen keskiarvot. Tuoreet poikaoksat ovat huomattavasti kuivia kookkaampia.

POIKAOKSAN LÄPIMITTA, MM
DIAMETER OF RAMICORN, MM



Kuva 9. Tuoreen ja kuivan poikaoksen läpimitta rinnankorkeusläpimitan funktiona (A-puut).

Figure 9. The diameter of the living and dry ramicorn as a function of the breast-height diameter (A-trees).

Oksakulmaa pidetään tärkeänä puuaineen laatuun vaikuttavana tekijänä. Esim. metsänjalostuksen tutkimustyössä käytetään oksakulmaa hyväksi etsittäessä laadukkaita jälkeläistöjä. Mitä suurempi oksakulma on, sitä parempana puuta pidetään laadullisesti. Optimitapauksena pidetään 90°:n oksakulmaa, jolloin oksan leikkauspinta sahatavarassa on mahdollisimman pieni, ideaalita-pauksessa ympyrä. Mitä pienempi oksakulma ts. mitä pystymmässä oksat kasvavat, sitä elliptisempi leikkauspinta on ja sitä huonompi on sahatavaran kestävyys.

Tutkimuksessa mitattiin A-puiden paksuimmista tuoreista oksista oksakulma erikseen väleiltä 0—1 m, 1—2 m, 2—3 m, 3—4 m. Näistä oksakulmista laskettiin puit-taiset keskiarvot.

Oksakulman riippuvuus puutunnuksista ja ympäristöstä on heikko. Persson (1977) toteaa heikon riippuvuussuhteen kasvatusiheyden ja oksakulman välillä, ja päättelee oksakulman olevan sitä pienempi, mitä väljempi on kasvatusiheys. Tässä aineistossa ei ole havaittu tämän kaltaista trendiä. Metsätyypeittäin oksakulma vaihteli seuraavasti:

Metsätyyppi	Paksuin tuore oksa		Puittainen keskiarvo	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
OMT	65,1	11,5	66,0	10,1
MT	55,7	11,4	60,1	9,7
VT	54,9	12,3	61,4	8,6
keskim.	56,1	12,2	61,2	9,8

OMT:llä oksakulma on n. 5° suurempi kuin MT:llä ja VT:llä. Paksuimman tuoreen oksan oksakulma on säännönmukaisesti pienempi kuin puun keskimääräinen oksakulma. Tämä osoittaa osaltaan paksuimman oksan merkitystä laadun kuvajana.

Keskimääräisistä oksakulmista on niukalti tietoa tarjolla. Perssonin (1977) tutkimuksessa oksakulmien keskiarvot vaihtelivat kokeittain 49°:sta 78°:een suurimman osan kokeista sijoittuessa 60°:n ja 64°:n välille. Lindqvistin (1980) tutkimuksessa, joka käsitti erään suomalaisen siemenviljelyksen kloonit, oksakulmien keskiarvot 4. oksakiehkurassa vaihtelivat välillä 62°—70°. Näiden tietojen perusteella näyttäisi keskimääräinen oksakulma

olevan tässä tutkimuksessa samansuuruinen muihin tutkimuksiin verrattuna.

326. Oksien lukumäärä oksakiehkurassa

Oksien paksuuden ja oksakulman lisäksi puuaineen laatuun vaikuttaa myös oksien lukumäärä, ilmaistuna joko oksakiehkuraa kohden tai määrätyn pituisella osalla runkoa. Tutkimuksessa laskettiin oksien lukumäärä paksuimman tuoreen oksan oksakiehkurassa kaikista puista.

Oksien lukumäärä korreloi heikosti ympäristötekijöiden kanssa. Boniteetin parantuesa ja tiheyden kasvaessa oksien lukumäärä kiehkurassa lisääntyy jonkin verran. *Perssonin* (1977) tutkimuksessa havaittiin selvä ero alkuperien välillä siten, että pohjoisimmissa alkuperissä oksia oli kiehkurassa eniten. Tässä tutkimuksessa oksien lukumäärä taas hieman väheni pohjoiseen päin siirryttäessä.

Oksien lukumäärä vaihteli yhdestä yhdeksään. Metsätyyppittaiset keskiarvot ja hajonnat olivat:

Metsätyyppi	\bar{x} Oksien lukumäärä, kpl	s
OMT	5,6	1,0
MT	5,3	1,2
VT	4,5	1,5
keskim.	4,9	1,4

33. Latvuksen ominaisuudet

331. Latvuksen leveys

Huonolaatuinen puu kasvattaa leveän ja pitkän latvuksen. Leveä latvus merkitsee paksuja oksia. Pitkä latvus taas huonontaa runkomuotoa, kuten sivulla 9 on esitetty.

A-puista mitattiin latvuksen suurin leveys. Se vaihteli 10 dm:stä 52 dm:iin. Metsätyyppittaiset keskiarvot ja hajonnat ovat:

Metsätyyppi	Latvuksen suurin leveys, dm	s
OMT	34,8	5,7
MT	32,2	6,5
VT	30,7	6,9
keskim.	31,7	6,9

Latvuksen leveys korreloi voimakkaasti puun koon kanssa. Samaläpimittaisilla puilla ei havaittu systemaattisia eroja latvuksen leveydessä tiheyden kasvaessa. Metsätyyppien parantuminen aiheuttaa lievää latvuksen leviämistä. Rehevällä kasvupaikalla puu siis pyrkii levittäytymään laajentamalla latvustaan.

Luultavimmin latvuksen leveys ei istutetun puuston tässä kehitysvaiheessa kovinkaan paljoa riipu ympäristötekijöistä, vaan latvus kehittyy vapaasti leveten puun kasvaessa.

332. Latvussuhde

Latvussuhteella tarkoitetaan vihreän latvuksen suhdetta puun pituuteen. Tutkimuksessa vihreän latvuksen alaraja mitattiin A-puista. Se mitattiin määrittelemällä alimman vihreän oksan korkeus maasta. Milloin yksinäinen vihreä oksa oli vähintään kahden kuivan oksakiehkuran erottama, ei tätä oksaa otettu huomioon.

Latvussuhde vaikuttaa voimakkaasti runkomuotoon. Mitä lyhyempi latvus on, sitä paremmaksi runkomuoto muodostuu (ks. s. 9). Tämä tutkimuksen tulos saa tukea mekaanisesta runkomuototeoriasta, jonka mukaan puun runko vahvistuu erityisesti tuulen vaikutuksia vastaan (*Larson* 1963).

Latvussuhde pienenee luontaisesti puun kasvaessa ja vanhetessa. Tämän tutkimuksen puissa korrelaatio pituuden suhteen oli suoraviivainen. Tiheys vaikuttaa latvussuhteeseen selvästi. Taimiston sulkeutumisvaiheen jälkeen oksien kuoleminen ja vihreän latvuksen alarajan kohoaminen tapahtuvat nopeasti. Liian tiheässä asennossa on vaarana latvusten kehittyminen tupsumaisiksi. Tällöin ei edes harventamisella voida välttää kasvutappioilta. Istutusmännillä ei ole tätä vaaraa. Latvussuhde on suuri. Metsätyyppittäin se vaihtelee seuraavasti:

Metsätyyppi	\bar{x} Latvussuhde	s
OMT	0,65	0,098
MT	0,78	0,105
VT	0,84	0,075
keskim.	0,80	0,107

Erot metsätyyppien välillä johtuvat kuitenkin lähinnä tiheys- ja pituuseroista.



Kuva 10. Mänty kasvattaa oksiaan voimakkaasti vapaan kasvutilan suuntaan. Lapinjärvi.
Figure 10. Pine grows its branches strongly toward the free growing space. Lapinjärvi.



Kuva 11. Huonosta istutuksesta aiheutunut kallistuminen ja rungon mutkaisuus heikentävät tulevan tyvitukin laatua. Lapinjärvi.
Figure 11. Tilting and crooked stem as a result of bad planting weaken the quality of butt log. Lapinjärvi.

333. Paksuimpien oksien sijainti

Paksuimman tuoreen ja kuivan oksan läpimittojen lisäksi mitattiin myös niiden korkeudet maasta. Nämä oksia koskevat tunnuksot ovat tyypillisesti dynaamisia, muuttuvia. Paksuin tuore oksa muuttuu kuoltuaan usein paksuimmaksi kuivaksi oksaksi. Nämä oksien sijaintia kuvaavat tunnuksot antavatkin käsityksen vain mittauksen aikaisesta tilanteesta. Kuvassa 12 on esitetty em. oksien korkeudet maasta d:n funktiona metsätyypeittäin A- ja B-puista. Samaan kuvaan on piirretty metsätyypeittäin vihreän latvuksen alaraja niistä A-puista, joissa on tuoreita oksia alle 4 m:n korkeudella.

Paksuin kuiva oksa sijaitsee välittömästi vihreän latvuksen alapuolella tai jopa latvuksen sisällä. Tämä kertoo juuri paksuimman kuivan oksan muuttumisesta ajan mu-

kana. Se, että kuivia oksia löytyy vihreän latvuksen sisältäkin, johtuu vihreän latvuksen alarajan määrittäytavasta. Kun sen katsotaan alkavan alimmasta elävästä oksasta (määrittäytapa s. 13) saattavat tässä kiekurassa kaikki muut oksat olla jo kuolleita.

Metsätyypeittäin tarkasteltuna paksuimman kuivan oksan korkeus maasta nousee kasvupaikan parantuessa. Tämä on luonnollinen seuraus eroista vihreän latvuksen alarajassa.

Paksuin tuore oksa sijaitsee vihreän latvuksen alaosassa. Oksatunnusten mittausten rajoittaminen 4 m:iin maanpinnan yläpuolelle ja 3 m:iin alle 5,5 m:n puilla on aiheuttanut sen että oksan korkeus ei suurilla puilla nousekaan puun koon kasvaessa, vaan jopa laskee hieman. Tällä mittauskorkeuden rajoittamisella haluttiin rajoittaa mitauksot tulevan tyvitukin osalle. Oksien kor-

35. Tekninen laatu ja latvuksen muoto

Kaikista puista mitattiin laatueroasteikkoa käyttäen puun yleinen ulkoinen laatu ja latvuksen muoto. Tällaiset luokittelut ovat subjektiivisia, eivätkä voi siten antaa tarkkaa kuvaa puiden ominaisuuksista. Esim. puun luokittelu mutkaiseksi on rajatapauksissa vaikeaa ja riippuu suuresti luokittelijasta.

Seuraavassa asetelmassa on esitetty metsätyypeittäin oksikkaiksi, mutkaisiksi ja haaraisiksi luokiteltujen puiden osuudet mitatuista puista:

	Metsätyyppi			keskim.
	OMT	MT puiden osuus, %	VT	
normaali	69	64	60	63
oksikas	25	26	29	27
mutkainen	6	7	3	5
haarainen		1	3	2
oksikas ja mutkainen		2	4	3
oksikas ja haarainen			1	
yht.	100	100	100	100

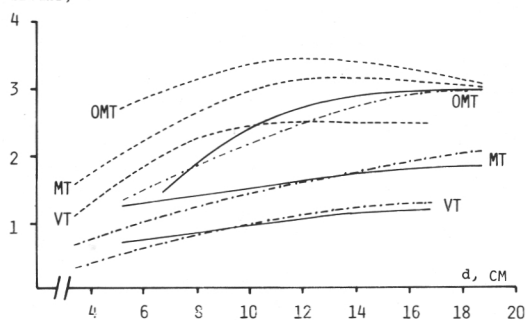
Normaaleiksi luokiteltuja puita on n. 2/3 puista. Oksaisiksi on luokiteltu noin joka neljäs puu. Mutkaisia on 6–9 % puista. Karummilla kasvupaikoilla näyttäisi olevan teknisiä vikoja hieman runsaammin kuin paremmilla.

Erialaisten latvusmuotojen osuudet mitatuista puista nähdään seuraavasta asetelmästä:

Latvuksen muoto	Metsätyyppi			keskim.
	OMT	MT puiden osuus, %	VT	
normaali	18	37	66	49
yhdeltä puolelta				
puristunut useammalta puolelta	68	49	29	41
puristunut monilatva	14	14	4	9
			1	1
yht.	100	100	100	100

OMT:llä huomattavan suuren osan latvuksista on katsottu olevan yhdeltä puolen puristuneita. Tämä tukee havaintoja tiheuseroista. VT:n männiköissä, joissa tiheys on pienin, on myös vähiten puristuneita latvuksia. Pensastuneiksi ei latvuksia ole luokiteltu lainkaan.

KORKEUS, M
HEIGHT, M



Kuva 12. Paksuimman tuoreen (—) ja kuivan (· · · · ·) oksan korkeus maasta (A- ja B-puut) sekä vihreän latvuksen alaraja (—, A-puut) rinnankorkeuslähimittan funktiona.

Figure 12. The height above the ground of the thickest living (—) and dry (· · · · ·) branch (A- and B-trees) and the crown limit (—, A-trees) as a function of the breast-height diameter.

keuden ja vihreän latvuksen alarajan keskinäistä vertailua heikentää sekä em. mittauskorkeuden rajoittaminen että eri otosjoukot (oksan korkeus; A- ja B-puut, latvus; osa A-puista).

34. Kuori

Vaikkakaan kuoren paksuus ei vaikuta suoranaisesti puuaineen laatuun, on sillä merkityksensä puuaineen saannon kannalta. Tutkimuksessa mitattiin kaksinkertainen kuoren paksuus rinnankorkeudelta rungon vastakkaisilta puolilta.

Kuoren paksuuden riippuvuus rinnankorkeuslähimittasta on melko lineaarista ($R = 0,637$). Tiheys ei vaikuta kuoren paksuuteen. Metsätyypeittäin on havaittavissa hienoista kuoren paksuuntumista siirryttäessä karummille kasvupaikoille. Erot eivät kuitenkaan ole suuria. Verrattaessa tätä aineistoa P ä i v i s e n (1978) käyttämään valtakunnan metsien inventoinnin aineistoon keskimääräisissä kuoren paksuuksissa ei havaittu merkittäviä eroja lähimittaluokittain tarkasteltuna. Voidaan siis sanoa, että istutusmännnyt eivät eroa muista männnyistä kuoren paksuuden osalta.

36. Tuhoalittius

Istutusmänniköt ovat tyypillisiä monokulttuureja, yhden puulajin tasaikäisiä ja -kokoisia metsiköitä. Etenkin taimivaiheessa männiköitä uhkaavat monet tuhot. Monokulttuureissa tuhojen uskotaan olevan yleensä pahempia kuin sekametsiköissä, joissa sekapuulajit ja monipuolisempi pieneliöstö estävät taudinaiheuttajien leviämistä.

Tutkimusmetsiköiksi kelpuutettiin vain hoidettuja, kehityskelpoisia metsiköitä. Esim. pahoja hirvituhoja ei sallittu. Metsiköissä esiintyy suhteellisen vähän sekapuuta.

Vioittuneista puista pyrittiin määrittämään sekä tuhon ilmenemismuoto että tuhon aiheuttaja. Tuhojen ilmenemistä kuvaa seuraava asetelma:

Tuhojen ilmeneminen	OMT	Metsätyyppi		keskim.
		MT	VT	
ei tuhoja	35	43	52	47
ranganvaihto ja/ tai poikaoksa	40	37	35	36
neulastuho <50 %	15	6	2	5
kaksi latvaa	2	4	5	4
vinotyvisyys		6	2	3
muut	8	4	4	5
yht.	100	100	100	100

Ilman tuhoja on selvinnyt OMT:llä vain joka kolmas puu, MT:llä ja VT:llä joka toinen. Yleisin puuta kohdannut tuho on ranganvaihto, johon luokkaan on yhdistetty myös poikaoksat. Vinotyvisyys ei sen sijaan ole ollut kovinkaan yleistä. Tulos noudat-

telee H u u r i n (1976) kyselytutkimusta, jonka mukaan kallistumisilmiötä ja siitä johdettavaa vinotyvisyyttä todettiin n. 30 kunnassa sadasta. 25 kunnassa sadasta kallistumisilmiötä oli vain joka kymmenennessä taimistossa ja viidessä sadasta ilmiö oli yleisempi. OMT:llä kiinnittyy huomio lievien neulastuhojen runsauteen. Neulastuhot ovat todennäköisesti poikkeuksellisten sääolosuhteiden aiheuttama ohimenevä ilmiö kesällä 1979.

Seuraavassa asetelmassa on esitetty tuhojen aiheuttajat:

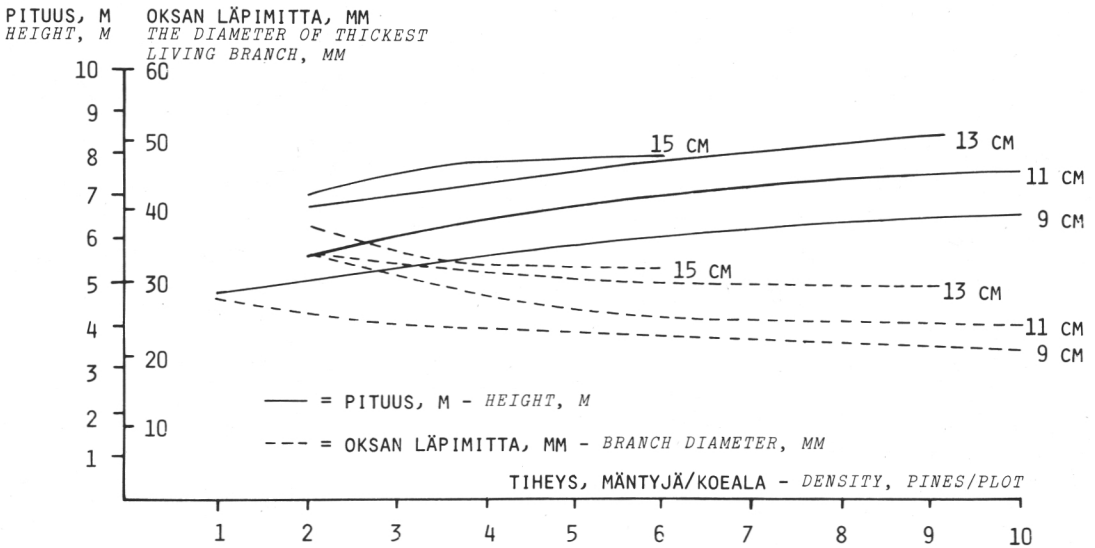
Tuhon aiheuttaja	OMT	Metsätyyppi		keskim.
		MT	VT	
ei tuhoja	35	43	52	47
männyn karisteet	14	2	1	3
männynversoruoste		3		1
hirvi	2	5	3	3
lumi		2	11	7
huono istutus	1	6	2	4
selvittämätön	38	35	31	35
yht.	100	100	100	100

Tuhojen aiheuttaja on jäänyt monessa tapauksessa selvittämättä. Tuhot saattavat olla monta vuotta vanhoja, joten niiden analysointi on vaikeaa. Selvitetty tuhonaiheuttajat noudattelevat tuhojen ilmenemismuotoja. Männynkaristeet aiheuttavat neulastuhoja, hirvi ja lumi ranganvaihtoja jne. Tuhojen määrää tarkasteltaessa on muistettava aineiston valintamenetelmä. Pahasti tuhoutuneita metsiköitä ei hyväksytty lainkaan. Näin esim. hirvituhojen määrä on varmasti aliarvioitu.

4. ISTUTUSMÄNNIKÖIDEN LAADUN KEHITTÄMISMAHDOLLISUUDET

Edellä on tarkasteltu istutusmäntyjen tämänhetkistä laadullista tasoa. Puut ovat huonomuotoisia, oksat paksuja, poikaoksia on runsaasti ja tuhot ovat yleisiä. Tärkeimpinä syinä heikkoon laatuun voidaan pitää yhden puulajin harvana perustamiseen liittyviä riskejä ja siitä aiheutuvia tuhoja, alhaista kasvatustiheyttä ja suurta kasvunopeutta. H e i s k a n e n (1965) toteaa nuo-

ruusajan kehityksellä olevan ratkaiseva merkitys puun oksaisuuden kehitykselle. Nopeasti kasvaneet puut ovat tulevaisuudessa tyvitukin laadun osalta hyvin heikkoja. Kasvunopeuden indikaattorina pidetään tällöin rinnankorkeudella tai tyvellä ytimen lähellä olevien lustojen leveyttä. Tähän kasvunopeuteen vaikuttavat sekä kasvupaikka että etenkin kasvatustiheys.



Kuva 13. Puun pituus ja paksuimman tuoreen oksan läpimitta eri tiheysluokissa rinnankorkeusläpimittaluokittain (A-puut).
 Figure 13. The height of trees and the diameter of the thickest living branches in different density classes by breast-height diameter classes (A-trees).

Alhainen kasvatustiheys vaikuttaa runkokuotoon sekä tyveä levittäen että suuren latvusuhteen myötä myös latvaosan runkokuotoa heikentäen. Oksien kasvaminen paksuiksi on myös suora seuraus harvasta asennosta. Latvuksen säilyessä pitkään vihreänä pysyvät oksat elävinä jatkaen kasvuun.

Kasvatustiheyden nostaminen vaikuttaa sekä oksien paksuuteen että puiden solakkuuteen. Kuvassa 13 on esitetty puun pituuden ja paksuimman tuoreen oksan läpimittamäntytjen eri tiheysluokissa rinnankorkeusläpimittaluokittain. Lisääntyneen tiheyden vaikutus em. tunnuksiin on suurin alhaisilla tiheyksillä. On kuitenkin huomattava, että tiheyden lisääntyessä rinnankorkeusläpimitta pienenee. Tällöin oksat kasvavat ohuempina, joten oksan paksuuden riippuvuus tiheydestä lienee suoraviivainen (vrt. Persson 1977), kun on kyse lähtötilanteessa samanlaisista puista.

Kasvatustiheyttä voidaan nostaa istutusmääriä kohottamalla, käyttämällä hyväksi luontaisesti syntyneet taimet ja sallimalla tietty lehtipuusekoitus.

Istutusmänniköt ovat hyvän huolenpidon kohteena, jopa niin hyvän, että täydentävä lehtipuueskin perataan yleensä pois. Leh-

tipuu pitääkin perata, milloin se jätettynä tukahduttaisi männynntaimiston alleen tai tyrehdyttäisi sen kehitystä. Mielikäinen (1980) on todennut, että männynntaimiston ollessa n. 1 m:n pituisia ei kannoista eikä etenään siemenestä syntyvä lehtipuues enää pysty pituuskehityksessä ohittamaan haitallisesti männynntaimistoa. Lisäksi sopiva lehtipuusekoitus kohottaa metsikön tuotosta nuorella iällä jopa 25 % puhtaaseen männikköön verrattuna (Mielikäinen 1980). Jakkilan ja Pohtilan (1978) mukaan lehtipuun perkaus vaikuttaa voimakkaasti runkokuotoon tyveä levittäen. Tällä runkokuodon muutoksella on tuskin kuitenkaan ratkaisevaa vaikutusta muodon lopulliselle kehittymiselle.

Kasvatustiheyden nostaminen nykyisestä vaatii istutusmäärien huomattavaa kohottamista. Jos oletetaan Rautiaisen ja Räsänen (1980) tutkimustulosten mukaan, että joka toisesta istutustaimesta tulee kasvatuskelpoinen ja joka viides taimi on luontaisesti syntynyt, pitäisi hehtaaria kohti istuttaa 3200 tainta, jotta päästäisiin tiheyteen 2000 kpl/ha.

Istustiheyden nostaminen on lähinnä kustannuskysymys. Nykyiset uudistamiskustannukset männyn istutusta käytettäessä

ovat 2000—2500 mk/hehtaari. Jos istutusmääriä nostetaan esim. puolitoistakertaisiksi nykyisiin verrattuina, merkitsisi se huomattavaa kustannuslisää.

Nyt tutkitut metsiköt on istutettu 1950- ja 1960-luvuilla. Tällöin taimet enimmäkseen saatiin ns. ”osuuskauppasiemenestä”, joka ei laadullisesti ollut parasta mahdollista. Metsänjalostuksella on omat mahdollisuutensa viljelymateriaalin parantamiseen. Jalostustyön päätavoitteet ovat kasvun, laadun ja tuhonkestävyyden parantaminen. Tulokset ovat tähän mennessä näkyneet lähinnä taimimateriaalin kasvun parantumisena. Laadun parantaminen on ehkä osoittautunut oletettua vaikeammaksi tehtäväksi.

Nykyisten istutustaimistojen laadun parantamiseen ei ole oikeastaan muita mahdollisuuksia kuin pystykarsinta ja metsikön kasvattaminen myöhemmässä vaiheessa täystiheänä. Taimistojen ensiharvennusten jättäminen mahdollisimman myöhäiseen vaiheeseen, jolloin latvussuhde pieneni ja oksien paksuuntuminen vähenisi, jättäisi jäljelle paksut kuivat oksat juuri rungon arvokkaimmalle tyvitukin osalle. Vaarana olisi myös latvuksen liiallinen pienentyminen. Ensiharvennuskin muodostuisi ongelmalliseksi. Metsikön kasvattamisella mahdollisimman tiheänä myöhemmässä vaiheessa ei päästäne istutusmänniköissä kovinkaan hyvään laatuun johtuen juuri alhaisesta lähtötiheydestä.

Karsituista puista tulevaisuudessa saatavan sahatavaran laatuun vaikuttavat ennen kaikkea karsittujen oksien paksuus ja puun koko karsintahetkellä. Mitä paksumpia oksat ovat, sitä pitemmän aikaa kestää kyljestyminen. Oksan kyljestyminen vaihtelee suuresti kasvunopeuden mukaan. *Andersonin* (1967) mukaan aika suoraan puun muodostumiseen karsinnan jälkeen on n. 18 vuotta, kun vuosiluston leveys on 4 mm, ja 40 vuotta, kun luston leveys on 1 mm, olettaen, että karsitut oksat ovat 25 mm:n vahvuisia kuoren alta ja puun rinnankorkeuslähimittaa 8 cm.

On suuri ero siinä, karsitaanko puut 10 vai 15 cm:n paksuisina. Rinnankorkeuslähimittaa 15 cm pidetään yleisesti ehdotettuna ylärajana. *Heiskasen* ja *Taipaleen* (1963) mukaan 5 tuuman paksuisena karsituista puista ei vielä 8 tuuman vahvuisena saada parempaa sahatavaraa

kuin karsimattomasta. Erinomaiseen sahaustulokseen päästään kuitenkin, jos 3 tuuman vahvuisena karsittu puu sahataan, kun rinnankorkeuslähimittana on 11 tuumaa. Tällöin lähes kaikki sahatavara on I-laatu.

Karsimiseen soveltuvana ideaalipuuna voidaan pitää rinnankorkeudeltaan 10 cm paksua, 9 m:ä pitkää puuta, jonka oksat ovat mahdollisimman ohuet ja latvussuhde enintään 60 %. Karsiminen 5 m:iin pienentää elävää latvusta vain neljänneksen, mikä ei *Vuokilan* (1968) mukaan vielä vaikuta puun kasvuun. Tällaisia puita ei istutusmänniköistä löydy kuin aniharvoja. Nämä rajat on siis hylättävä etsittäessä karsintaan soveltuvia puita.

Rinnankorkeudelta 11 cm paksu istutusmännity on tutkimuksen mukaan keskimäärin 6,7 m pitkä. Sen paksuin tuore oksa on 28 mm, paksuin kuiva oksa 17 mm ja latvussuhde 76 %. Tällainen puu soveltuu karsintaan, joskin oksat ovat melko paksuja. Näin lyhyillä puilla joudutaan kuitenkin kaksivaiheiseen karsintaan. Ensimmäisessä vaiheessa karsinta tehdään 3 m:iin ja toisessa vaiheessa 5 m:iin. Esimerkkipuissa karsinta 3 m:iin poistaisi vihreästä latvuksesta 27 %, mitä määrää voidaan pitää turvallisena. Elävän latvuksen voimakkaan karsimisen vaikutuksista istutusmännikön kasvuun ei ole tutkimuksia. Latvuksen alimmat oksat saattavat kuluttaa enemmän kuin mitä ne tuottavat (*Møller* 1958). Täten rajukaan karsinta ei ehkä heikennä kasvua. Vähäisellä kasvutappiolla ei ole merkityskään, sillä laadun paraneminen on arvon kehityksen kannalta ratkaisevaa.

Karsiminen on kallista. Karsimisaika puuta kohden nousee eksponentiaalisesti mitä ylemmäs puuta karsitaan. Yksivaiheisessa karsinnassa aika puuta kohden on 3—5 min. karsimisvälineistä riippuen kun karsitaan 5 m:iin. Hehtaarikohtaiset kustannukset nousevat näin ollen yli 1000 mk:n. Kaksivaiheinen karsinta tulee vieläkin kalliimmaksi.

Karsinta muodostuu kannattavaksi vain, jos saadaan takeet siitä, että karsituista puista maksetaan huomattavasti keskimääräistä hintatasoa korkeampi hinta. Muussa tapauksessa karsinta ei voi kalleutensa vuoksi yleistyä oksikkaisiin männiköihin kohdistuvaksi käytännön hoitotoimenpiteeksi.

Tulevaisuudessa saatavan sahatavaran laadun ylläpitämisen korkeana pitää pääosin perustua muihin toimenpiteisiin kuin istutusmänniköiden karsintaan. Keinoina voidaan pitää kylvön ja luontaisen uudistamisen suosimista ja lehtipuusekoituksen järkevää käyttöä. Istutustiheyden huomattava nostaminen lähelle keskieurooppalaista tasoa (5000—8000 kpl/ha) ei Suomen oloissa liene mahdollista.

Istuttamisen vaihtoehtona voidaan käyttää kylvöä. Männyn kylvössä voitaneen tyytyä n. 2500 laikkuun/ha. Tällä turvataan 2000 perustaimen säilyminen ensiharvennukseen. Jos kylvötuppaat hajoitetaan vasta, kun taimiston keskipituus on 4 m, päästäneen parempaan laadulliseen tasoon kuin istuttamalla. Kylvötuppaiden hieman nykyistä myöhäisemmällä hajoittamisella saavutetaan runkomuodossa ja oksien paksuudessa laadullisia parannuksia. Myös latvus-
suhteen pieneminen on jo päässyt vauhtiin johtuen ylitheistä asennosta tuppaassa. Noin 2000 tainta hehtaarilla käsittävä taimisto sulkeutuu melko nopeasti, eikä vapaan kasvutilan aiheuttamaa laadun heikkenemistä ehdi sanottavammin tapahtua. Tiheänä kasvattaminen tuottaa tietysti vaikeuksia ensiharvennusvaiheessa. Ensiharvennus on kuitenkin nähtävä pelkästään

metsänhoidollisena toimenpiteenä, jossa hakkuutulot eivät saa olla ensisijaisena tavoitteena.

Vaikka kylvöllä ja huolellisella taimistohoidolla voidaankin istutustaimistojen keskimääristä laatua parantaa, on huippulaadun saavuttaminen ilman karsintaa mahdotonta. Karsinta on lisäksi ainoa toimenpide, jolla pystytään ratkaisevasti parantamaan jo olemassa olevien oksaisten männyntaimistojen laatua. Karsinta saattaa lopulta osoittautua halvemmaksi ja tehokkaammaksi kuin muut aikaa vievät toimenpiteet tavoiteltaessa korkeata laatua viljelytaimistoissa.

Lehtipuusekoituksen tehokas hyväksikäyttö taimivaiheessa laadun parantamiseen tähtäävänä toimenpiteenä vaikuttaa hankalalta ja vaikealta puulajien erilaisten kasvurytmien vuoksi. Lehtipuulla on kuitenkin tärkeä merkityksensä metsän monipuolistajana ja jopa tuotoksen kohottajana.

Laadun kehittämisingelmat ovat monet. Jos tulevaisuudessakin Suomen metsistä yli puolet uudistetaan luontaisesti ja niitä käsitellään taiten, riittää metsissämme hyvälaatuisia puita edelleenkin. Istutusmänniköistä niitä ei kuitenkaan saada kuin karzimalla.

5. TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää nuorten istutusmänniköiden ulkoiset laadulliset ominaisuudet, niihin vaikuttavat tekijät sekä esittää keinoja laadun parantamiseen.

Tutkimusaineisto perustuu 467 tilapäiskoealaan, jotka on mitattu eri puolilla Suomea (kuva 2) sijaitsevista viljelymänniköistä (80 istutettua ja 6 kylvettyä) ja joista on OMT:llä 9, MT:llä 36 ja VT:llä 41.

Tutkimuksen päätulokset ovat:

1. Puiden runkomuotoon vaikuttavat tärkeimmät tekijät ovat puun latvussuhde, metsikön tiheys ja metsätyyppi (kuva 3). Tiheyden lisääntyessä latvussuhde pienenee ja muoto paranee. Metsätyypin parantuessa tiheys lisääntyy (taulukko 1). Tämä aiheuttaa myös muodon parantumisen siirryttäessä karummalta metsätyypiltä rehevämmälle.

2. Istutusmännityjen solakkuusaste (h/d) on huomattavasti pienempi kuin männynillä keskimäärin (kuva 4). Sen sijaan solakkuus ei eroa merkittävästi aikaisessa vaiheessa harvennettujen kylvötaimistojen puiden solakkuudesta.
3. Paksuimman tuoreen oksan läpimitta suurenee suoraan riippuvaisesti puun rinnankorkeusläpimitan kasvaessa (kuva 6). Oksan paksuus riippuu ensisijaisesti puuston tiheydestä ja on 30 mm, kun puu on keskimäärin 13 cm rinnantasalta.
4. Paksuimmat kuivat oksat löytyvät OMT:ltä. Syynä on tiheyden aiheuttama latvussuhteen pieneminen ja oksien kuoleminen.
5. Poikaoksa on miltei joka kolmannessa puussa. Tuoreet poikaoksat ovat huomattavasti kuivia kookkaampia (kuva 9).
6. Istutusmännityjen latvussuhde on suuri, keskimäärin 80 %.

7. Paksuin tuore oksa sijaitsee vihreän latvuksen alaosassa, paksuin kuiva oksa taas välittömästi vihreän latvuksen alapuolella (kuva 12).
8. Yleisimmät viat ja tuhot ovat poikaoksa tai ranganvaihto, lievät neulastuhot, kaksilatvaisuus ja vinotyvisyys.

Tärkein istutusmäntyjen ulkoista laatua heikentävä tekijä on alhainen kasvatustiheys. Kun metsiköiden tiheys on pienin VT:llä, ovat nämä myös laadullisilta ominaisuuksiltaan heikoimpia. Kasvatustiheyttä ja samalla ulkoista laatua voidaan nostaa istutustiheyttä kohottamalla, käyttämällä hyväksi luontaisesti syntyneet taimet, sallimalla tietty

lehtipuusekoitus ja käyttämällä kylvöä siellä, missä se on mahdollista. Näillä keinoilla voidaan vaikuttaa kuitenkin vain tulevien viljelymänniköiden laatuun.

Nykytaimistojen laatua voidaan parantaa vain pystykarsinnalla ja kasvattamalla metsikkö jatkovaiheessa täystiheänä. Karsinta täytyy tehdä pääsääntöisesti kaksivaiheisena, koska puiden tyvi ja oksat paksunevat voimakkaasti niin aikaisessa vaiheessa, että yksivaiheisen karsinnan ajankohtana (puun pituus n. 9 m) puut ovat jo karsintaan kelpaamattomia.

KIRJALLISUUS

- ANDERSSON, S. 1967. Kvistningsundersökningar II. Grönkvistning av tall. Summary: Pruning investigations II. Pruning in Scots pine. Rapp. Uppsats. Instn. Skogsprod. Skogshögsk. 15:1—57.
- CAJANDER, A. K. 1909. Über Waldtypen. Acta For. Fenn. 1.1:1—175.
- CAJANDER, E. K. 1932. Tietoja metsänviljelystojennasta Suomessa 1923—1930. Referat: Über die Forstkulturtätigkeit in Suomi (Finnland) 1923—1930. Silva Fenn. 22:1—35.
- COX, F. 1971. Dichtebestimmungen und Strukturanalyse von Pflanzenpopulationen mit Hilfe von Abstandsmessungen. Ein Beitrag zur methodischen Weiterentwicklung von Verfahren für Verjüngungsinventuren. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft 87:1—183.
- HEISKANEN, V. 1965. Puiden paksuuden ja nuoruuden kehityksen sekä oksaisuuden ja sahapuu-laadun välisistä suhteista männiköissä. Summary: On the relation between the development of the early age and the thickness of trees and their branchiness in pine stands. Acta For. Fenn. 80.2:1—62.
- 1968. Havaintoja eräiden vikaisuusien vaikutuksesta mäntytukkien sahauskassa. Summary: Observations of the influence of some log defects in sawing of pine logs. Silva Fenn. 2(3):137—145.
- & TAIPALE, A. 1963. Tutkimuksia männyn karsimisesta. Karsimisen vaikutus puun laatuun sahapuita kasvatettaessa. Summary: Studies on the pruning of pine. The influence of pruning on the quality of saw timber trees. Commun. Inst. For. Fenn. 57.1:1—66.
- HUURI, O. 1976. Kallistumisilmiö istutusmänniköissä; tiedustelun tuloksia. Summary: Tilting of planted pines; survey results. Folia For. 265:1—22.
- HÄGGLUND, B. 1976. Skattning av höjdboniteten i unga tall och granbestånd. Summary: Estimating site index in young stands of Scots pine and Norway spruce in Sweden. Rapp. Uppsats. Instn. Skogsprod. Skogshögsk. 39:1—66.
- ILVESSALO, Y. 1943. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. Summary: The forest resources and the condition of the forests of Finland. The Second National Forest Survey. Commun. Inst. For. Fenn. 30:1—466.
- 1965. Metsänarvioiminen. 1—400.
- JAKKILA, J. & POHTILA, E. 1978. Perkauksen vaikutus taimiston kehitykseen Lapissa. Summary: Effect of cleaning on development of sapling stands in Lapland. Folia For. 360:1—27.
- KILKKI, P., SARAMÄKI, M. & VARMOLA, M. 1978. A simultaneous equation model to determine taper curve. Seloste: Runkokäyrän määrittäminen simultaanisen moniyhtälömallin avulla. Silva Fenn. 12(2):120—125.
- & VARMOLA, M. 1979. A nonlinear simultaneous equation model to determine taper curve. Seloste: Runkokäyrän määrittäminen epälineaarisen simultaanisen moniyhtälömallin avulla. Silva Fenn. 13(4):293—302.
- KUUSELA, K. 1972. Suomen metsävarat ja metsien omistus 1964—70 sekä niiden kehittyminen 1920—70. Summary: Forest resources and ownership in Finland 1964—70 and their development 1920—70. Commun. Inst. For. Fenn. 76.1:1—133.
- LAASASENAHO, J. 1976. Männyn, kuusen ja koivun kuutioimisytälöt. Metsänarvioimistieteen lissensiaattityö. Konekirjoite. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitos. 1—89.
- LARSON, P. R. 1963. Stem form development of forest trees. For. Sci. Monogr. 5:1—41.
- LEIKOLA, M., METSÄMUURONEN, M., RÄSÄNEN, P. & TAIMISTO, E. 1977. Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967—1975. Summary: The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967—1975. Folia For. 312:1—27.
- LINDQVIST, M. 1980. Mäntykloonien laadun arvostelu siemenviljelyksessä n:o 96. Metsänhoitotieteen laudaturtyö. Konekirjoite. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. 1—51.

- MIELIKÄINEN, K. 1980. Mänty-koivusekametsiköiden rakenne ja kehitys. Metsänarvioimistieteen lisensiaattityö. Konekirjoite. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitos. 1—101.
- MØLLER, C. 1958. Negative grene? Dansk Skovforen. Tidsskr. 372—378.
- ORVÉR, M. 1970. Klassificering av tallsågtimmer med objektivt mätbara faktorer. Summary: Grading of Scots pine saw timber using objectively measurable factors. Rapp. Instn. Virkeslära Skogshögsk. R 65:1—76.
- PERSSON, A. 1976. Förbandets inverkan på tallens sågtimmerkvalitet. Summary: The influence of spacing on the quality of sawn timber from Scots pine. Rapp. Uppsats. Instn. Skogsprod. Skogshögsk. 42:1—122.
- 1977. Kvalitetsutveckling inom yngre förbandsförsök med tall. Summary: Quality development in young spacing trials with Scots pine. Rapp. Uppsats. Instn. Skogsprod. Skogshögsk. 45:1—152.
- PÄIVINEN, R. 1978. Kapenemis- ja kuorimallit männylle, kuuselle ja koivulle. Summary: Taper and bark thickness models for pine, spruce and birch. Folia For. 353:1—32.
- RAUTIAINEN, O. & RÄSÄNEN, P. 1980. Männyn ja kuusen viljelytaimikoiden kehitys Itä-Savossa 1968—1976. Summary: Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo in 1968—1976. Folia For. 426:1—24.
- TAKALA, P. 1978. Metsänviljely. Teoksessa: Tapion taskukirja. 1978. 18. p. 124—136.
- UUSITALO, M. (toim.) 1979. Metsätalostollinen vuosikirja 1977—1978. Yearbook of Forest Statistics 1977—1978. Official Statistics of Finland XVII S:10. Folia For. 375:1—197.
- UUSVAARA, O. 1974. Wood quality in plantation grown Scots pine. Lyhennelmä: Puun laadusta viljelymänniköissä. Commun. Inst. For. Fenn. 80.2:1—105.
- VIRKKUNEN, T. 1969. Taimiston hoito. Teoksessa: Lehto, J. (toim.). Metsänviljely. Keskusmetsälautakunta Tapion julkaisuja. 265—312.
- VUOKILA, Y. 1968. Karsiminen ja kasvu. Summary: Pruning and increment. Commun. Inst. For. Fenn. 66.5:1—61.

SUMMARY

The aim of the study is to examine the external quality characteristics of young pine plantations, to find the factors affecting them and to suggest means for improving their quality.

The research material is based on 467 temporary sample plots measured in 86 cultivated stands (80 planted, 6 sown) in different parts of Finland (Figure 2).

The main results are as follows:

1. The most important factors affecting the stem form are the crown ratio, the density of the stand and the site quality (Figure 3). The increased density reduces the crown ratio and thus improves the stem form. The density increases when the site becomes more vigorous (Table 1). This brings about an improvement of the stem form.
2. The degree of slenderness (h/d) of planted pines is remarkably smaller than that of pines on average (Figure 4). However, the degree of slenderness is not noticeably smaller than that of pines in early stage cleaned sowed stands.
3. There is a linear relationship between the diameter of the thickest living branch and the dbh. (Figure 6). However, the thickness of the branch depends primarily on the density of the stand. The mean thickness is 30 mm, when a tree has a dbh. of 13 cm.
4. The thickest dry branches are found on the fertile Oxalis-Myrtillus site type. The reason is the decrease

of the crown ratio affected by the density and the dying of branches.

5. Every third tree has at least one ramicorn. Living ramicorns are bigger than dry ones (Figure 9).
6. The crown ratio of planted pines is, on average, 80 %.
7. The thickest living branch is located in the lower part of the crown, while the thickest dry branch is found just under the crown limit (Figure 12).
8. The most common damages are ramicorn or stem change, little needle damages, two tops and tilting.

The most important factor concerning the poor external quality of planted pines is the low density of the stand. Having the lowest density, the stands of medium (Vaccinium) site type have also the poorest quality characteristics. The quality of cultivated pine stands can be improved by increasing the planting density, allowing a certain mixture of broad-leaved species, using sowing instead of planting whenever possible and by promoting natural regeneration. This way the quality of the future cultivated pine stands can be improved.

The quality of today's plantations can be improved only by pruning and by growing the stand fully stocked in the future. Trees must be pruned in two stages, because the butt section and the branches have a tendency to become too thick for one-stage pruning.

ODC 232.43:53:174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0475-2
ISSN 0015-5543

VARMOLA, M. 1980. Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu. Summary: The external quality of pine plantations. *Folia For.* 451:1—21.

The external quality of young pine plantations is examined. The density of the stand was found to be the most important factor affecting the quality characteristics, stem form and branchiness. Because of the lower density poorer forest sites have lower quality. It is suggested that the quality of today's pine plantations could be improved by pruning.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 232.43:53:174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0475-2
ISSN 0015-5543

VARMOLA, M. 1980. Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu. Summary: The external quality of pine plantations. *Folia For.* 451:1—21.

The external quality of young pine plantations is examined. The density of the stand was found to be the most important factor affecting the quality characteristics, stem form and branchiness. Because of the lower density poorer forest sites have lower quality. It is suggested that the quality of today's pine plantations could be improved by pruning.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 232.43:53:174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0475-2
ISSN 0015-5543

VARMOLA, M. 1980. Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu. Summary: The external quality of pine plantations. *Folia For.* 451:1—21.

The external quality of young pine plantations is examined. The density of the stand was found to be the most important factor affecting the quality characteristics, stem form and branchiness. Because of the lower density poorer forest sites have lower quality. It is suggested that the quality of today's pine plantations could be improved by pruning.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 232.43:53:174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0475-2
ISSN 0015-5543

VARMOLA, M. 1980. Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu. Summary: The external quality of pine plantations. *Folia For.* 451:1—21.

The external quality of young pine plantations is examined. The density of the stand was found to be the most important factor affecting the quality characteristics, stem form and branchiness. Because of the lower density poorer forest sites have lower quality. It is suggested that the quality of today's pine plantations could be improved by pruning.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.



- No 406 Elovirta, Pertti: Metsätyövoiman allapysyvyys 1969—1977.
Permanence of forest labour in Finland 1969—1977.
- No 407 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu valtakunnan metsien 6. inventoinnin aineiston perusteella.
Variation in tree growth in Finland based on the 6th National Forest Inventory.
- No 408 Lilja, Arja: Koivun siemenen sienet ja niiden patogeenisuus.
Fungi on birch seeds and their pathogenicity.
- No 409 Kallio, Tauno & Häkkinen, Risto: Juurikäävän (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) ja *Phlebia gigantea* (Fr.) Donk vaikutus pellolle istutettujen kuusen, männyn, tervalepän ja rauduskoivun taimien pituuskasvuun ja elossapysymiseen.
Effect of *Heterobasidion annosum* and *Phlebia gigantea* infection on the height growth and survival rate of *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa* and *Betula pendula* seedlings planted on old fields.
- No 410 Kärkkäinen, Matti: Kuitupuun kiintomittaus kourakasoissa.
Measurement of solid volume of pulpwood grapple heaps.
- No 411 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1977—79.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1977—79.
- No 412 Raitio, Hannu: Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsitetyllä suopellolla. Oireiden kuvaus ja tulkinta.
Growth disturbances of Scots pine caused by boron deficiency on an afforested abandoned peatland field. Description and interpretation of symptoms.
- No 413 Kellomäki, Seppo & Salmi, Juhani: Koivuvaneritukkien kuoren määrä.
Bark quantity of birch logs.
- No 414 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus runsastypillisillä rämeillä. Ennakkotuloksia.
Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary results.
- No 415 Teivainen, Terttu: Eräiden viljeltyjen pajujen kelpaavuus peltomyyrälle (*Microtus agrestis* L.) ruokintakokeiden mukaan.
Palatability of some cultivated willows to field voles (*Microtus agrestis* L.) in feeding trials.
- No 416 Velling, Pirkko: Puuaineen tiheys kahdessa rauduskoivun jälkeläiskokeessa.
Wood density in two *Betula pendula* Roth progeny trials.
- No 417 Mattila, Eero: Kangasmaiden luppometsien ominaisuuksia Suomen poronhoitoalueella 1976—1978.
Characteristics of the mineral soil forests with arboreal lichens (*Alectoria*, *Bryoria* and *Usnea* spp.) in the Finnish reindeer management area, 1976—1978.
- 1980 No 418 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: Harvesting fuel chips with the Pallari swath harvester.
Polttopuun korjuu Pallarin leikkuuhakkurilla.
- No 419 Kinnunen, Kaarlo & Lemmetyinen, Markku: Paakkukoon vaikutus männyn taimien alkukehitykseen.
Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball.
- No 420 Keipi, Kari & Laakkonen, Olavi: Päätehakkuuikäisten metsiköiden urealannoituksen kannattavuusvertailuja.
Profitability comparisons of urea fertilization in old stands.
- No 421 Lipas, Erkki & Levula, Teuvo: Urealannoitus eri vuodenaikoina.
Urea fertilization at different times of the year.
- No 422 Weissenberg, Kim, von & Kurkela, Timo (Eds.): Proceedings of the meeting of the IUFRO Working Party S2.05—05, Resistance in pines to *Melampsora pinitorqua*, June 1979, Suonenjoki, Finland.
IUFRO:n työryhmän S2.05—05, Versoruosteenkestävyys männynssä, kesäkuussa 1979 Suonenjoella pidetyn kokouksen esitelmät.
- No 423 Kylmänen, Pekka: Ennakkotuloksia nuorissa männyn siemenviljelyksissä syntyvän Pohjois-Suomi x Etelä-Suomi -kaukoristeytysiemenen käyttömahdollisuuksista.
Preliminary results concerning usability of North Finland x South Finland hybrid seed born in young Scots pine seed orchards.
- No 424 Sievänen, Risto: A preliminary simulation model for annual photosynthetic production and growth in a short rotation plantation.
Alustava lyhytkiertoviljelmän vuotuisen fotosynteesin tuotoksen ja kasvun simulointimalli.
- No 425 Kohmo, Ilkka: Metsiköiden kasvuprosentti Suomessa vuosina 1971—1976.
Increment percentage of forest stands in Finland 1971—1976.
- No 426 Rautiainen, Olavi & Räsänen, Pentti K.: Männyn ja kuusen viljelytaimikoiden kehitys Itä-Savossa 1968—1976.
Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo in 1968—1976.
- No 427 Tiihonen, Paavo: ATK-karttamenetelmän kokeilu työkohteiden etsinnässä Pohjois-Savossa 1976—1978.
Experimenting with the ADP-map method for locating working sites in northern Savo, East Finland, 1976—1978.
- No 428 Ryynänen, Leena: Männyn siemenen varastointi ja vanheneminen.
Storage of Scots pine seed and seed ageing.
- No 429 Raivonen, Marjut & Leikola, Matti: Hakkutähteiden poistamisen vaikutus istutettujen kuusen taimien alkukehitykseen.
The influence of the removal of logging waste on the initial development of planted Norway spruce seedlings.

- No 430 Metsätilastollinen vuosikirja 1979.
Yearbook of Forest Statistics 1979.
- No 431 Kyttälä, Timo: Puuston vaurioituminen harvennushakkuissa. — Kirjallisuustarkastelu.
Stand damage during thinnings. — Literature review.
- No 432 Silfverberg, Klaus: Kuusen kasvuhäiriö ja hivenravinteet.
Micronutritional growth disorder in Norway spruce.
- No 433 Hakkila, Pentti & Wójcik, Tomasz: Thinning young pine stands with the Makeri tractor in Poland.
Makeri pientraktori nuoren männikön harvennuksessa Puolassa.
Próba zastosowania ciągnika Makeri do pozyskiwania drewna w trzebieżach drzewostanów sosnowych w Polsce.
- No 434 Seppälä, Heikki, Kuuluvainen, Jari & Seppälä, Risto: Suomen metsäsektori tienhaarassa.
Tutkimus Suomen metsäsektorin kehityksestä ja tulevaisuuden vaihtoehdoista.
The Finnish forest sector at a cross road.
- No 435 Julkaisut 1979. Metsäntutkimuslaitos.
Abstracts of publications, 1979. The Finnish Forest Research Institute.
- No 436 Mattila, Eero & Kujala, Matti: Utsjoen, Inarin ja Enontekiön metsävarat 1978.
Forest resources of Utsjoki, Inari and Enontekiö, North Finland, in 1978.
- No 437 Kurvinen, Pekka & Harstela, Pertti: Haketustyön ergonomia ja työn järjestely.
Ergonomics and work organizing of chipping work.
- No 438 Nisula, Pentti: Neulasten pitolujuuden mittari.
Needle retention gauge.
- No 439 Nisula, Pentti: Tutkimuksia kantoherbisidin levittämisestä raivaussahalla.
Studies on stump herbicide spraying using a brush saw.
- No 440 Nisula Pentti: Näkökohtia polttohakkeen kuivaamisesta.
Aspects of the drying of fuel chips.
- No 441 Kujala, Matti: Runkopuun kuorellisen tilavuuskasvun laskentamenetelmä.
A calculation method for measuring the volume growth over bark of stemwood.
- No 442 Päivinen, Risto: Puiden läpimittajakauman estimointi ja siihen perustuva puustotutustusten laskenta.
On the estimation of the stem-diameter distribution and stand characteristics.
- No 443 Veijalainen, Heikki: Eräiden hivenlannoitteiden käyttökelpoisuus suometsien lannoituksessa. Neulanalyysiin perustuva tarkastelu.
Usability of some micronutrient fertilizers in peatland forests. Report basing on needle analysis.
- No 444 Tervonen, Markku & Issakainen, Jorma: Sarkaleveyden ja lannoituksen vaikutus männyn sädekasvun elpymiseen ohutturpeisella piensararämeellä.
Effect of ditch spacing and fertilization on the revival of radial growth of Scots pine on shallow-peated small sedge bog.
- No 445 Huuri, Olavi: Juurten hienfosfaattikäsittelyn vaikutus männyn ja kuusen istutustaimien alkukehitykseen kivennäismailla.
Effect of milled rock phosphate root coating on the initial development of Scots pine and Norway spruce transplants on mineral soils.
- No 446 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Ahvenanmaan maakunnan ja maan yhdeksän eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueen metsävarat 1977—1979.
Forest resources in the Province of Ahvenanmaa and the nine southernmost Forestry Board Districts in Finland 1977—1979.
- No 447 Uusvaara, Olli: Pelkkahakkureilla tehdyn hakkeen ja sahatavaran pinnan laatu.
Quality of chips and surface of sawn timber made by chipper headrigs.
- No 448 Vuokila, Yrjö: Kasvatustiheyden vaikutus istutuskuusikon kasvuun ja tuotokseen.
The dependence of growth and yield on the density of spruce plantations in Finland.
- No 449 Kinnunen, Kaarlo & Mäki-Kojola, Sakari: Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa.
Natural regeneration of Scots pine in western Finland.
- No 450 Isomäki, Antti & Väisänen, Jarmo: Harvennustavan vaikutus kasvatettavaan puustoon ja harvennuskertymään.
Thinning method and its influence on the remaining growing stock and on the thinning yield.
- No 451 Varmola, Martti: Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu.
The external quality of pine plantations.
- No 452 Roiko-Jokela, Pentti: Maaston korkeus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä Pohjois-Suomessa.
The effect of altitude on the forest yield in northern Finland.
- No 453 Pohtila, Eljas & Timonen, Mauri: Suojametsäalueen viljelytaimikot ja niiden varhaiskehitys.
Scots pine plantations and their early development in the protection forests of Finnish Lapland.
- No 454 Gustavsen, Hans Gustav: Talousmetsien kasvupaikkaluokittelu valtapituuden avulla.
Site index curves for conifer stands in Finland.

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, p. 17 341.
Merkintä ODC tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää.